Theoretisch-praktisches Handbuch

der

Stabeisen-Fabrikation

nebst

einer Darstellung der Verbesserung, deren sie fähig ist, hauptsächlich in Belgien;

von

B. Valérius,

Doktor der Philosophie und Professor der technischen Chemie an der Militairschule zu Brüssel.

Deutsch bearbeitet

von

Carl Hartmann.



Ergänzungsheft.

Mit 4 lithographirten Tafeln

Freiberg, 1858.

Verlag von J. G. Engelhardt.



Vorwort.

Meine deutsche Bearbeitung von Prof. Valérius Werke über „Stabeisenfabrikation" erschien heftweis in den Jahren 1844 und 1845 und ist von dem hüttenmännischen Publikum mit Wohlwollen aufgenommen worden. Da jedoch ein Buch über ein so rasch fortschreitendes Gewerbe leicht veraltet und es doch andererseits seiner Natur nach nicht wohlfeil sein kann; so wird ein Supplementheft, welches alles wichtigere Neue über Stabeisenfabrikation enthält, sowohl für die Besitzer als Käufer des Werks eine willkommene Erscheinung sein.

Die Quellen, die ich bei dieser Arbeit benutzte sind im Text stets angegeben worden; die hauptsächlichste davon ist meine „berg und hüttenmännische Zeitung", die seit 1842 wöchentlich erscheint und hauptsächlich, so wie keine andere Zeitschrift, alles Neue und Wichtige aus dem Eisenhüttenwesen bringt.

Auch ist seit der Vollendung des vorliegenden Valérius'schen Werks ein Buch vollständig erschienen, welches eine wesentliche Bereicherung der hüttenmännischen Literatur bildet und hier ebenfalls benutzt wurde, nämlich:

Gemeinfaßliche Darstellung der Stabeisen- und Stahlbereitung in Frischheerden in den Ländern des Vereins zur Beförderung und Unterstützung der Industrie und Gewerbe in Inneröstreich, dem Lande ob der Enns und Salzburg. Oder: Der wohl unterrichtete Hammermeister. Von Peter Tunner, Vorsteher und Professor der berg- und hüttenmännischen Lehranstalt zu Vordernberg. Herausgegeben von der Direction des Vereins. Grätz, 1846.

Findet diese Arbeit den erwarteten Beifall, so wird nach einigen Jahren ein zweites Supplementheft folgen, um das Werk stets neu zu erhalten, sollte auch eine Umarbeitung und neue Auflage erforderlich sein.

Weimar, im Februar 1848.

C. H.

Inhalt.

	Seite.
Zum 3. Kapitel des 1. Abschnitts. Charakteristik des Stabeisens	1
Der krystallinische Bruch des Stabeisens und dessen Ursachen	10
Zum 4. Kapitel des 4. Abschnitts. Die Gase als Brennmaterialien	24
A. Arten der gasförmigen Brennmaterialien	25
Bestandtheile der gasförmigen Brennmaterialien	26
B. Gewinnung derselben	42
Raffiniren oder Weißen des Koaksroheisens im Gasflammofen auf der Königshütte	48
Gas-, Puddel- und Schweißöfen zu Mautern in Steiermark	62
Puddelprozeß, verbessertes Verfahren	66
Holz-Puddelofen	72
Zum 2. Kapitel des 5. Abschnitts. Nasmyth's Dampfhammer	75
Scheeren	83
Scheere mit ununterbrochener Bewegung	84
Dampfscheere	86
Zum 2. Kapitel des 6. Abschnitts. Schienenfabrikation	89
1. Zusammensetzung der Paquete	90
2. Schweißen — —	92
3. Walzen — —	94
4. Sägen zum Abschneiden der Schienenenden	102
5. Dressiren der Schienen	106
6. Auslappen — —	107
7. Vollendung — —	112
8. Untersuchung und Prüfung derselben	115
Zum 1. Kapitel des 8. Abschnitts. Chemischer Prozeß und mechanische Arbeiten des Frischprozesses	118
Vorglühherde	129
Bewegliche Formen bei Frischheerden	140
Zum 9. Abschnitt. Stahlfabrikation. Schafhäutl's Ansicht über Stahlbildung	142

Zum dritten Kapitel des ersten Abschnitts.

Zur Ergänzung der §§. 20 bis 23 theilen wir hier aus dem, in dem Vorwort näher erwähnten Tunner'schen Werke Dasjenige mit, was zur Charakteristik des Stabeisens gesagt worden ist, wobei dieser ausgezeichnete Eisenhüttenmann besonders das Eisen im Sinne hatte, welches durch den Heerdfrischprozeß dargestellt wird.

Bei den mannigfaltigen Verwendungen des Stabeisens kommen vorzugsweise zwei Eigenschaften desselben in Frage, dessen Härte und dessen Festigkeit, worin das Eisen allen anderen Metallen vorstehet.

Bezüglich der Härte unterscheidet man in der Benennung gewöhnlich nur hartes und weiches Stabeisen, obgleich darin von der härtesten Sorte, welche sich an den weichsten Stahl anschließt, eine ununterbrochene Reihe bis zur weichsten Gattung herab Statt findet. Wenn nicht ausdrücklich das Gegentheil bemerkt wird, versteht man darunter jene Härte, welche das Stabeisen in der gewöhnlichen Temperatur besitzt, und man weiß dann schon, daß jenes Eisen, welches im kalten Zustande das weichste ist, dieses vergleichungsweise auch in den höheren Temperaturgraden bleibt; überdies lehrt die Erfahrung, daß das Eisen eine um so höhere Hitze anzunehmen vermag, ohne zu schmelzen, je weicher dasselbe ist. Das weiche Eisen ist daher nicht blos im kalten Zustande, sondern aus doppelter Ursache auch in der Hitze leichter mechanisch zu bearbeiten, als das harte, weßhalb das erstere für viele Artikel dem letztern vorgezogen wird, obgleich in der fertigen Eisenwaare, mit wenigen Ausnahmen, das harte Eisen dem weichen vorzuziehen seyn dürfte. Je nach Umständen wird bald das weiche, bald das harte Stabeisen das gewünschte seyn, und der Eisenerzeuger muß demnach beide Sorten mit ihren Zwischengraden darzustellen und zu unterscheiden im Stande seyn. Wir kennen leider keinen genauen Maßstab zur Bestimmung des Härtegrads einer fraglichen Eisensorte. In Ermangelung dessen muß man sich mit der vergleichungsweisen Ermittelung des Widerstandes begnügen, den das Eisen im kalten Zustande beim Feilen, Hämmern oder Abbiegen, so wie in der Hitze bei jeder mechanischen Bearbeitung äußert, und dabei berücksichtigen, welchen Hitzegrad dasselbe anzunehmen vermag.

Die Ursache der verschiedenen Härte des Stabeisens ist eine mehrfache, doch vorwaltend wird sie durch die Menge der Kohle bestimmt, welche in dem Eisen enthalten ist. Je mehr Kohle das Eisen enthält, desto härter ist dasselbe,

wird bei mehr Kohlengehalte zum Stahl, bei noch mehr endlich zum Roheisen. Aber auf diese Härte im kalten Zustande des Eisens hat die Art und Weise, wie dasselbe aus dem erhitzten Zustande in den der gewöhnlichen Temperatur versetzt wurde, großen Einfluß und zwar um so größeren, je mehr Kohle darin enthalten ist, weßhalb diese Verschiedenheit bei dem Stahl mehr als bei dem Stabeisen hervortritt, worauf sich das allgemein bekannte Härten und Anlassen des Stahles gründen. Man kann sich sogar dieser Verschiedenheit bedienen, um in zweifelhaften Fällen zu erfahren, ob man's mit weichem oder hartem Eisen, oder Stahl zu thun hat, indem man das fragliche Stück einmal in Glühhitze bringt, und dann rasch im Wasser abkühlt, und ein anderes Mal aus der Glühhitze langsam erkalten läßt, dabei wird das rasch und das langsam erkaltete Stück bei weichem Eisen kaum einen merklichen Unterschied in der Härte zeigen; bei hartem Eisen wird der Unterschied schon merklich, und bei dem Stahle endlich sehr auffallend seyn. Ein ähnliches Härten, doch in geringerem Maße, wie das durch plötzlichen, bedeutenden Temperaturwechsel, findet auch dann statt, wenn das Eisen längere Zeit im kalten Zustande gehämmert, gewalzt, überhaupt so kräftig bearbeitet wird, daß die einzelnen Theilchen des Stabes unter einander verschoben werden; dieser Härtezuwachs kann demselben ebenfalls durch Ausglühen wieder benommen werden.

Ohne allen Kohlengehalt ist wohl niemals ein Eisen, wie es auf den Hüttenwerken dargestellt wird. Selbst das weichste Puddeleisen hat noch bei $^1/_{10}$ Prozent, und unser gewöhnliches Stabeisen, wie es auf den Hammerwerken zu finden ist, hat oft gegen $^5/_{10}$ Prozent und mehr Kohle in sich; im Stahle trifft man 1 bis $2^1/_2$ Prozent. Außer der Kohle haben aber noch mehrere andere Körper das Vermögen, die Härte des Eisens zu vermehren, worunter das Mangan, ein Metall, das besonders in unseren Eisensorten häufig vorkommt, die wichtigste Rolle spielt; allein dieser Härtezuwachs kann durch plötzliches oder langsames Abkühlen des glühenden Stabes nicht beliebig modifizirt werden, sondern bleibt sich dabei immer gleich.

Von der Härte des Eisens muß wohl unterschieden werden die Sprödigkeit, zwei ganz verschiedene Eigenschaften, die gleichwohl im gewöhnlichen Leben beim Eisen öfters vermengt werden, weil sie in einer gewissen Verbindung mit einander stehen. Ein und derselbe Eisenstab wird allerdings um so mehr Sprödigkeit besitzen, je mehr ihm durch plötzliches Abkühlen und besonders durch kaltes Bearbeiten, Härte ertheilt worden ist; aber zwei verschiedene Stäbe von gleicher Härte können in ihrer Sprödigkeit, oder bei gleichen Graden der Sprödigkeit in ihrer Härte sehr verschieden seyn, je nach der Verschiedenheit der Körper oder der Behandlungsweise, denen sie ihre Härte zu verdanken haben. Natürlich ist hierbei die Sprödigkeit immer eine üble Eigenschaft, da sie Brüchigkeit

veranlaßt, somit der Festigkeit des Eisens Eintrag thun muß. Aus diesem Grunde ist z. B. eine Vermehrung der Härte des Stabeisens durch Mangangehalt, wenn man überhaupt hartes Eisen wünscht, gern gesehen, weil dabei die Festigkeit des Eisens nicht zu leiden scheint, während bei anderen Körpern, die ebenfalls die Härte des Eisens vermehren, wie z. B. bei den Erdmetallen, die Festigkeit desselben sehr vermindert wird, wenigstens in einem viel auffallenderen Grade, als beim Mangan. Uebrigens kann in Fällen, wo man vorzugsweise nach der größtmöglichen Härte strebt, ein gewisser Antheil von Erdmetallen dennoch erwünscht seyn, worauf wir bei Betrachtung des Stahles zurückkommen werden, da man bei diesem, nicht bei dem Stabeisen, die möglichste Härte suchen wird.

Die Festigkeit des Stabeisens ist sehr verschieden, je nach den verschiedenen fremden Körpern, die dasselbe in sich aufgelöst oder nur eingemengt enthält, und je nach der verschiedenen Behandlung und Bearbeitung, die es in verschiedenen Temperaturgraden erfahren hat. Die Festigkeit kann auf unterschiedliche Art und Weise in Anspruch genommen werden, wobei zwar stets die Kraft, mit der die einzelnen Theilchen aneinander haften, den Widerstand leisten muß, jedoch wesentliche Verschiedenheiten eintreten können; denn ein andres ist es, wenn man einen Stab abreißen, oder ihn abbrechen, oder aber bei geringer Länge zerdrücken will. Diejenige Festigkeit, welche dem Abreißen entgegenwirkt, heißt die absolute Festigkeit, jene, die dem Abbrechen Widerstand leistet, wird die relative oder respektive, und die dem Zerdrücken entgegen ist, die rückwirkende Festigkeit genannt. Die rückwirkende Festigkeit ist von allen die größte, und kommt bei dem Stabeisen selten in Betracht, da das viel wohlfeilere Roheisen ihr darin voraussteht; die relative Festigkeit ist nebst der Gestalt des Stabes von der absoluten abhängig, und da diese letztere es ist, welche am meisten in Anspruch genommen wird, so soll im Nachfolgenden immer nur diese verstanden seyn, wenn nicht ausdrücklich das Gegentheil angeführt wird.

Zu den fremden Körpern, welche das Stabeisen sehr gewöhnlich in sich aufgelöst enthält, gehören von den nicht metallischen Körpern: Kohle, Schwefel und Phosphor; von den Erdmetallen: Silicium (Grundlage der Kieselerde), Alumium (Grundlage der Thonerde), Magnesium (Grundlage der Bittererde) und Calcium (Grundlage der Kalkerde); von den eigentlichen Metallen: Mangan, Kupfer, Antimon und Arsenik. Die Art des Einflusses und dessen Größe, den diese Körper auf das Stabeisen und namentlich auf dessen Festigkeit haben, richtet sich hauptsächlich nach ihrer Art und Menge; aber jeder derselben ist in dieser Beziehung von den anderen verschieden. So z. B. macht $^5/_{10}$ Prozent Schwefel das Stabeisen schon sehr schlecht und zwar in der Glühhitze, während eine gleiche Menge Phosphor in der Glühhitze gar nicht, und nur in der Kälte einen kaum merklichen Einfluß hat; $^5/_{10}$ Prozent Mangan haben in allen Temperaturgraden einen kaum zu spüren-

1 *

den Einfluß, wogegen ein Kupfergehalt von dieser Größe das Eisen besonders in der Glühhitze schon bedeutend verschlechtert. Der Kohlengehalt vermehrt die Festigkeit bis zu einer gewissen Grenze, über die hinaus selbe aber wieder vermindert wird; der mittelharte Stahl ist fester, als der sehr harte, und um vieles fester, als weiches Eisen. Zu den fremden Körpern, welche das Stabeisen mechanisch eingemengt enthält, sind vorzugsweise nur die Frischschlacke und der Glühspan zu zählen: denn die sogenannten Steinkasen, welche von eingeschlossenen Erdarten herrühren, gehören zu den Seltenheiten.

An jenen Stellen, wo die Festigkeit überwunden wird, entsteht ein Bruch, weßhalb Stabeisen von geringer Festigkeit ein brüchiges Eisen genannt wird. Um jedoch durch die Benennung zugleich anzuzeigen, warum oder in welcher Temperatur die Brüchigkeit erscheint, unterscheidet man rohbrüchiges, faulbrüchiges, rothbrüchiges und kaltbrüchiges Stabeisen, und es ist von Wichtigkeit, jedesmal entscheiden zu können, mit welchen von diesen Brüchigkeiten ein fehlerhaftes Eisen behaftet, und was die Ursache davon ist, damit dem Uebel abgeholfen werden kann.

1. Der Rohbruch äußert sich am auffallendsten in der Schweißhitze, indem rohbrüchiges Eisen schwer zu schweißen ist, sich unter dem Hammer oder zwischen den Walzen stört, und nur nach wiederholten Hitzen mit einiger Vorsicht verschweißen läßt. Bei starkem Rohbruch ist die Brüchigkeit übrigens auch in der Glühhitze und in der Kälte bemerkbar, indem das Eisen anfängt, Roth- und Kaltbruch zu äußern. Der Rohbruch ist in einem und demselben Stabeisen gewöhnlich sehr ungleich vertheilt, und die Folge von einer unvollkommenen Frischarbeit, bei der die fremden, schädlichen Bestandtheile ungenügend und ungleich abgeschieden worden sind. Je unreiner das Roheisen, desto schwieriger wird die Aufgabe des Frischprozesses, desto leichter wird der Rohbruch sich einstellen; allein bei nachlässiger, unkundiger und übereilter Frischarbeit kann er selbst bei gutem Roheisen Platz greifen, wie das auf unsern Hämmern leider nicht selten der Fall ist. Will man aus unreinem, mit Erdentheilen überladenem Roheisen hartes Stabeisen darstellen, so ist der Rohbruch selbst bei fleißiger Frischarbeit kaum zu vermeiden, weil bei der geringen Abscheidung des Kohlenstoffs von den vielen Erdbasen ebenfalls nur wenig fortgeschafft werden kann; in einem solchen Falle ist der Frischer zu entschuldigen, und man soll sich mit derartigem Roheisen nicht auf die Erzeugung eines harten Stabeisens, noch weniger auf die Stahlproduktion einlassen. Ist man zweifelhaft, ob man's wirklich mit Rohbruch zu thun hat, und ob man diesfalls dem Frischer etwas zur Last legen darf, so braucht man nur den fraglichen Stab ein paar Mal über einander zu legen, saftige Schweißhitzen zu geben, und ihn wieder auszurecken, wodurch auffällige Mängel in der Frischarbeit verbessert werden; bleibt das Eisen aber nach dieser

Operation brüchig wie früher, so liegt der Fehler im Roheisen. Der Rohbruch wird am öftesten mit Rothbruch verwechselt, ist von diesem jedoch leicht zu unterscheiden, wie unten folgt. Er kommt bei unserm in Frischheerden erzeugten Stabeisen viel öfter vor, als bei dem Puddeleisen, und es kann deshalb aus unreinem Roheisen durch die Puddlingsarbeit viel leichter ein brauchbares Stabeisen dargestellt werden, als nach unsrer üblichen Heerdfrischarbeit.

2. Der **Faulbruch** tritt am meisten bei dem weichen Eisen, insbesondere bei dem weichen Puddeleisen auf, und macht sich durch eine geringe Festigkeit in kaltem Zustande, wie durch einen unvollkommenen Zusammenhang bei der Verarbeitung zu feinen Dimensionen im glühenden Zustande des Eisens leicht kenntlich. Die Ursache des Faulbruches sind mechanisch eingemengte Schlacken- und Glühspan-Theile, die man bisweilen an der frischen Bruchfläche deutlich erkennen kann; in der Regel jedoch ist die Mengung so innig, daß die eingemengten Theile nur an der dunklen, glanzlosen Farbe der Bruchstücke wahrzunehmen sind. Durch die eingemengten Körper wird der Zusammenhang der einzelnen Eisentheilchen unter einander gestört, und so die geringe Festigkeit herbeigeführt. Offenbar ist an diesem Fehler das Roheisen völlig schuldlos, da die schädliche Beimengung selbst erst ein Produkt der Frischarbeit ist; indessen können andere Bestandtheile des Roheisens doch indirekten Einfluß darauf nehmen, indem sie die Abscheidung der Frischschlacke vom Eisen, bei dem Frischprozesse und der mechanischen Bearbeitung des erhitzten Eisens, mehr oder weniger befördern oder erleichtern. So z. B. veranlaßt ein beträchtlicher Mangangehalt des Roheisens, unter übrigens gleichen Umständen, ein strengflüssigeres Stabeisen und leicht- und dünnflüssige Frischschlacke, wodurch die Abscheidung der letzteren wesentlich befördert und erleichtert wird. Auf unseren Hämmern ist der Faulbruch am ehesten unter jenem Eisen zu treffen, das man aus den Böckeln (Luppen) der Ausheizfeuer erhält, wo gar kein Roheisen eingeschmolzen wird. Auch das häutige und haderige Eisen muß größtentheils hierher gezählt werden, und ist in der Regel Folge einer fehlerhaften Frischarbeit.

3. Der **Rothbruch** ist am kenntlichsten bei der mechanischen Bearbeitung in der Rothglühhitze, daher seine Benennung. Wenn er in geringem Maße vorhanden, läßt sich das Stabeisen, besonders das weiche, gut schweißen und gut bearbeiten, so lange sich der Stab in höherer Glühhitze befindet, und ebenso ist dieses Eisen in der Kälte oft ein sehr gutes, zähes Eisen; allein in der Rothglühhitze bearbeitet, bekommt dasselbe eine Menge Kantenrisse, die in dem Verhältniß an Größe zunehmen, als der Rothbruch zunimmt, und das Eisen in dünneren Stäben ausgereckt wird; beim Abbiegen oder Lochen eines solchen Stabes im rothglühenden Zustande geschieht es oft, daß derselbe beinahe oder ganz abbricht. Nimmt diese Unart des Stabeisens jedoch in einem

höheren Grade überhand, so kann dasselbe im kalten Zustande an den nicht angesprungenen Stellen zwar noch Zähigkeit besitzen; allein die Schweißbarkeit hat sich dann ebenfalls merklich vermindert, und zwar um so mehr, je härter das Eisen ist. Man bemerkt bei der Bearbeitung des rothbrüchigen Stabeisens in der Glühhitze fast bei jedem Schlage das Abfallen von groben, dicken Funken, während diese Funken beim rohbrüchigen Eisen auffallend feiner sind. Die Ursache des Rothbruches ist gewöhnlich ein Schwefelgehalt, bisweilen ein Kupfergehalt. Er ist bei unserem aus Waldeisen erzeugten Stabeisen nicht sehr selten, und fehlt bei dem englischen Puddeleisen fast gar nie. Wird ein rothbrüchiges Eisen mehrmals übergebogen, neuerdings in heftige Schweißhitze versetzt, und sodann wieder ausgereckt, so ist kaum eine Verminderung der Brüchigkeit zu bemerken, wodurch sich Rohbruch und Rothbruch am sichersten unterscheiden lassen. Natürlich muß dem Uebel des Rothbruches, das meist in einem Gehalte an Schwefel oder Kupfer begründet ist, schon beim Roheisen abgeholfen werden, weil die Abscheidung des Schwefels bei dem Frischprozesse nur in geringem Maße und mit vielen Unkosten bewerkstelligt werden kann; kupferhaltige Eisenerze sollen möglichst zur Erzeugung des Guß-Roheisens verwendet werden.

4. Der **Kaltbruch** macht sich in der gewöhnlichen Temperatur kenntlich, indem kaltbrüchige Eisenstäbe gut schweißen, sich in höherer Temperatur gut bearbeiten lassen, in der Kälte aber schon bei leichten Schlägen abspringen. Die vorzüglichste Ursache des Kaltbruches ist ein Phosphorgehalt, der manchen Eisenerzen eigenthümlich ist, bei uns jedoch selten vorkommt. Außerdem veranlassen auch Antimon und Arsenik ein kaltbrüchiges Eisen, deren Vorhandensein sich aber schon in der Weißglühhitze durch das Ausstoßen eines graulichen Dampfes zu erkennen giebt. Eine weitere Ursache des Kaltbruches ist das überhitzte oder verbrannte Eisen, welches bei trockenen und anhaltenden Hitzen leicht gebildet wird, und sich von dem phosphorhaltigem Eisen dadurch bestimmt unterscheiden läßt, daß ein kaltbrüchiger Stab mehrmals übergebogen, in eine saftige Schweißhitze gebracht, und neuerdings ausgereckt, seinen Kaltbruch verliert, wenn derselbe in verbranntem Eisen begründet ist, ihn aber behält, wenn er von einem Phosphorgehalte abstammt; zu einer geringen Glühhitze gebracht, zeigt sich das verbrannte Eisen mürbe, während das phosphorhaltige sich gut bearbeiten läßt. Ein beträchtlicher Gehalt an Erdbasen, unter denen immer das Silicium die Hauptrolle spielt, veranlaßt gleichfalls ein kaltbrüchiges Eisen, das dann aber auch in jeder andern Temperatur mehr brüchig sich verhält. Endlich kann der Kaltbruch noch darin begründet seyn, wenn ein Stab in der Kälte viel mechanisch bearbeitet worden ist, wodurch er hart und spröd, durch gelinde Hitze jedoch wieder weich und zähe gemacht wird. Dem von einem unreinen Roheisen stammenden Kaltbruche muß beim Hochofenprozesse, und wenn dies nicht thunlich ist, kann ihm dadurch am besten abgeholfen werden, daß man

das Roheisen vor dem eigentlichen Frischprozesse durch ein oxydirendes Umschmelzen raffinirt, oder hartzerrennt.

Wir erwähnten ferner im Eingange, daß die Festigkeit des Eisens je nach der verschiedenen Behandlung und Bearbeitung, die es in verschiedenen Temperaturgraden erfahren hat, gleichfalls sehr verschieden modifizirt werden kann. Ein Beispiel der Art haben wir so eben in der kalten Bearbeitung der Eisenstäbe kennen gelernt; durch die darauf folgende Erhitzung wird dem Stabe zwar seine Kaltbrüchigkeit und Härte benommen, allein seine Tragkraft um so mehr vermindert, je mehr man ihn erhitzt, ohne darauf wieder mechanisch zu bearbeiten, wovon die Ursache wahrscheinlich darin gelegen ist, daß die einzelnen Theilchen durch die Hitze ausgedehnt werden, und sich bei der darauf folgenden Erkaltung nicht mehr zur vorigen Dichtheit zusammenziehen; daher leidet die Festigkeit auch, wenn man einen erhitzten Stab statt langsam, rasch, oder durch Eintauchen in Wasser, erkaltet, wobei die gleichmäßige Zusammenziehung zur vorigen Dichtheit um so weniger erfolgen kann. Eine wesentliche Vermehrung der Festigkeit erhält das Eisen durch die mechanische Bearbeitung; je feiner es ausgearbeitet wird, desto größer wird vergleichungsweise die Festigkeit. So z. B. wird dasselbe Eisen in Gestalt von feinen Drähten das Doppelte und mehr von demjenigen Gewichte tragen können, welches in groben Stäben zu dessen Zerreißung hinreichend gewesen ist.

So wie es von Wichtigkeit für den Frischhüttenbesitzer oder Vorsteher ist, jede Unart des erzeugten Stabeisens richtig zu erkennen, um darnach die richtigen Abhilfsmittel ergreifen zu können, ebenso wichtig ist es für den Konsumenten des Stabeisens, dessen Beschaffenheit in den fertigen Stäben zu ermitteln, um sich nicht unbedingt auf das oft betrügliche Werkzeichen verlassen zu müssen. Es ist wirklich auffallend, und vielleicht bei keinem andern allgemein benützten Artikel in dem Maße der Fall, wie bei dem Eisen, daß die Käufer der Waare (in der Mehrzahl) mit gänzlicher Nichtachtung der Qualität zu Werke gehen Dieser wegen wollen wir den Untersuchungen der Qualität in den fertigen Eisenstäben einige Worte widmen, und ist kaum nöthig, zu erwähnen, daß man auf den Frischhütten selbst diese Untersuchungen vornehmen soll, wenn man anders den Kredit der Waare schaffen oder behalten will. Diese Untersuchungen sollen sich erstrecken:

1) Bei jedem einzelnen Stabe auf das äußere Ansehen desselben, allenfalls verbunden mit der Wurf- oder Schlag-Probe;
2) Bei mehreren Stäben einer größern Quantität auf das Verhalten beim Biegen bis zum Brechen, und das Bruchansehen;

und

3) in zweifelhaften Fällen auf die heiße und bisweilen auf die Aetz-Probe.

1) Das äußere Ansehen eines tadellosen Eisenstabes muß durchaus rein, gleich dicht, scharfkantig, und ohne Quer-, Kanten- oder Längenrisse seyn. Besonders achten muß man auf das Aussehen der Enden, und, wenn es ein gehämmerter Stab ist, auf den mittleren Theil desselben, wo bei längeren Stäben der sogenannte Wechsel in der Erhitzung und Ausschmiedung Statt findet; sind diese Stellen vollkommen gesund, so ist an den anderen wenig zu besorgen. Um bei wichtigen Fällen in der Qualität sicher zu seyn, sollten die Käufer, anstatt wie gewöhnlich abgehauene Enden, vielmehr das Daranlassen des Schopfes an den Stäben fordern. Je schwächer, besonders je dünner der Stab bei gleicher äußerer Güte ist, desto weniger hat man von Rohbruch, Verbranntheit oder Rothbruch zu besorgen; schon ein geringer Grad dieser Fehler giebt sich bei dünnen Stäben in Kantenrissen zu erkennen. Unganze Stellen, Schuppen, rauhe Flächen und Längenrisse beweisen ein durch oxydirtes Eisen verunreinigtes Produkt, ebenso die Aschenflecke, welche durch eingedrückten Glühspan herbeigeführt werden. Ist die äußere Fläche gut, dabei aber spiegelnd blank, so ist der Stab bei verschwundener Glühhitze noch mit benäßten Bahnen überhämmert werden, wodurch er mehr Härte und Sprödigkeit zeigt, als ihm seiner inneren Beschaffenheit nach zukommt; zu kalt gewalzte Stäbe erhalten eine unansehnliche rothe Farbe von eingedrücktem feinem Glühspan. Hat man Verdacht gegen Kaltbruch, so lasse man die Stäbe von einer nicht zu geringen Höhe flach auf eine harte Unterlage fallen, oder werfe sie mit Gewalt darauf, oder schlage damit auf eine harte Kante. — Ein oft recht brauchbares Mittel zur Untersuchung gewährt die Feile, welche bei weichem Eisen einen tiefen Einschnitt und langen Span giebt, bei hartem weniger tief greift und einen kurzen Span, bei kaltbrüchigem endlich einen kurzen, rauhen, sehr weißen Span zieht.

Diese einfachen Untersuchungen nach dem äußeren Ansehen gewähren demnach schon sehr viel Aufschluß, und werden deswegen auf den vorzüglichsten Eisenhämmern in Schweden, Steiermark und anderen Ländern, wo man auf den Werkskredit sieht, von Seite des Werksbeamten mit jedem Stab vorgenommen, bevor die Waare abgesandt wird, und jeder Käufer sollte sie in seinem eignen Interesse vornehmen.

2) In allen wichtigeren Fällen sollen öfters Biegungsproben vorgenommen werden, die auf den schwedischen Hütten in folgender Weise ausgeführt werden: Man stellt sich zu dem Ende auf einem freien Platze, etwas vom Boden erhöht, eine offene Schabotte, oder ein anderes großes Eisenstück mit einem, etliche Zoll breiten und tiefen Einschnitte, oder befestigt eine hölzerne Säule mit einer ähnlichen, mit Eisen beschlagenen Durchbrechung, in der das eine Ende eines Eisenstabes mit entsprechenden Zulagen und Keilen fest eingespannt werden kann. Hierauf wird der freie Theil des eingespannten Stabes durch

die zwei Hülsen eines eisernen Hebels gesteckt, und darin mit Keilen so befestiget, daß der zu biegende Stab zwischen dem Hebelende und der festen Einspannung drei Zoll frei bleibt. Die dem Biegen unterworfenen Stäbe sind gewöhnlich 2 Zoll breit und $^5/_8$ Zoll dick, und das Biegen selbst vollziehen 3 bis 4 Mann, die an den Hebel treten, und so den Stab einmal links, dann rechts, und so fort, stets unter einem rechten Winkel abbiegen, bis der Bruch erfolgt. Das harte Eisen knistert und zittert bei diesem Biegen, das weiche aber verhält sich lautlos dabei, und kann mit geringerer Kraft gebogen werden. Sehr gutes, von allen Unarten freies Eisen hält bei funfzehn und mehr solcher Biegungen unter 2 mal 90 oder 180 Graden aus; das kaltbrüchige, faulbrüchige oder rohbrüchige Eisen bricht nach der Größe seines Fehlers verhältnißmäßig früher, bisweilen schon bei dem ersten Zurückbiegen, und wenn es sehr schlecht ist, sogar schon bei der ersten Abbiegung. Die Anzahl der Biegungen giebt demnach ein scharfes Maß der Fehler des Eisens, die man schon aus dem äußeren Ansehen ihrer Art nach erkannt haben wird. Die Bruchfläche, welche man bei diesem langsamen Abbiegen erhält, ist fast immer faserig, und durch die wiederholten gegenseitigen Verschiebungen der Fasern ganz verrieben aussehend. Um demnach zur Beurtheilung eine reine Bruchfläche zu erhalten, haue man den Stab, einige Zoll hinter der erlittenen Biegung, mit einem scharfen Meißel bei zwei Linien ein, und breche ihn sodann an dieser Stelle ab, was nun ziemlich leicht erfolgt. Bricht hierbei der Stab glatt ab, und ist der Bruch weiß, grobkörnig, kiesblättrig und stark glänzend, so ist das Eisen kaltbrüchig, wenn die weiße Farbe in's Bläuliche, oder verbrannt, wenn dieselbe in's Gelbliche spielt. Ist der Bruch lichtgrau- und feinkörnig, so ist das Eisen hart; ist er dunkelgrau, mattglänzend, kurz- und dickfaserig, so gehört er faulbrüchigem Eisen an; ist die Faser aber fein, lang und licht, so beweist es ein weiches Eisen. Ist der Bruch ungleich, dunkel und licht, körnig und sehnig, so ist das Eisen rohbrüchig; indessen beweisen ungleiche Bruchstellen nicht immer ein ungleiches Eisen, denn die rascher gebrochenen Stellen werden immer mehr körnig, die langsam gerissenen hingegen mehr faserig seyn, wenn gleich das Eisen vollkommenen gleichartig war, worüber das Verhalten beim Biegen selbst Aufschluß geben muß. Durch kaltes Ueberhämmern brüchig gewordenes Eisen unterscheidet sich von dem eigentlichen kaltbrüchigen Eisen dadurch im Bruche, daß es kein weißes, grobes, stark glänzendes, sondern ein kleines, gedrängtes, grau glänzendes Korn zeigt; noch bestimmter unterscheidet es sich von dem faulbrüchigen Eisen, welches nicht körnig, sondern kurz- und dickfaserig, dunkel und glanzlos aussieht. Man kann daher im Allgemeinen sagen, daß am frischen Bruche dunkle Farben und starker Glanz, oder lichte Farben und wenig Glanz, ein gutes Eisen beweisen, und je härter das Eisen ist, desto später wird es bei der mechanischen Bearbeitung aus der

ursprünglichen stets körnigen Textur in ein faseriges Gefüge übergehen, wobei die Fasern nach jener Richtung liegen, in der das Ausrecken geschehen ist, und um so feiner und schöner zu seyn pflegen, je später sie entstanden sind.

3) Bei den Proben, die man im kalten Zustande des Eisens vornimmt, kann man höchstens über einen geringen Grad des Rothbruches zweifelhaft bleiben, wenn die Stäbe in nicht sehr feinen Dimensionen ausgearbeitet sind. In diesem Falle verschafft man sich am schnellsten Sicherheit durch die heiße Probe, indem man den Stab zwischen den Kohlen eines Schmiedfeuers in höhere Glühhitze versetzt, und dann unter dem Hammer fletschen, biegen und lochen läßt; entstehen hierbei keine Risse oder Sprünge, so lange das Eisen noch etwas glühend erscheint, so ist es nicht rothbrüchig.

Um sich von der Gleich- oder Ungleichartigkeit eines Stabes zu überzeugen, kann man dessen blank gemachte Oberfläche mit einer sehr verdünnten Säure ätzen, wobei die härteren Stellen früher dunkel werden, als die weichen, ein ungleich harter Stab somit ein geflecktes Aussehen bekommt. Anstatt des Aetzens kann man den blanken Stab auch langsam gleichmäßig erhitzen, wobei die härteren Stellen früher mit Farben überlaufen, als die weichen. Doch für die gewöhnliche Verwendung des Stabeisens wird man hiervon nicht leicht eine Anwendung machen, da sich auffallende Ungleichheiten schon im Biegen und Bruchansehen unbezweifelt zu erkennen geben.

Wir theilen nun noch sehr wichtige Bemerkungen über den krystallinischen Bruch des Stabeisens und dessen Ursachen mit, die für die ganze Bearbeitung des Eisens von hohem Werthe sind *).

Das bekannte Unglück auf der Versailler Eisenbahn, welches durch Achsenbruch der Locomotive entstand, gab zur näheren Untersuchung der Qualität des Eisens, aus welchem die Achse verfertigt war, Veranlassung. Die Bruchfläche zeigte große Krystalle, und da die Achse schon lange Zeit im Gebrauch gewesen war, so schloß man, daß das krystallinische Gefüge erst während des Gebrauchs durch die auf die Achse stattgefundenen Einwirkungen entstanden sey. Die von der französischen Regierung zur Untersuchung beauftragte Commission sprach sich dahin aus, daß, wenn gleich die Achsen aus einem zähen, sehnigen Eisen fabricirt würden, doch die tägliche Rotation in Verbindung mit den Schienen einen elektrischen oder magnetischen Einfluß rege machte, welcher im Innern des Eisens rücksichtlich seiner Festigkeit und Zähigkeit eine so nachtheilige Veränderung hervorbrächte, daß dasselbe durchaus unsicher und für den Gebrauch untauglich würde. Später theilte Hr. Charles Hood einen Aufsatz mit: „über einige eigenthümliche Veränderungen in der Structur des

*) Verfasser ist Herr Aug. Malberg und sie sind entnommen aus der 2. Liefer. der Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, vom Jahre 1845.

Eisens, welche von den verschiedenen Processen bei einer Fabrikation unabhängig sind, und erst nach derselben eintreten." Hierin behauptet derselbe, daß die Hauptursachen, welche das krystallinische Gefüge in dem anfangs faserigen Schmiedeisen hervorbrächten, Stoß, Wärme und Magnetismus seyen, fügt aber hinzu, daß es zweifelhaft sey, ob eine dieser Kräfte für sich allein diese Wirkung hervorbringe, vielmehr Grund vorhanden sey, anzunehmen, daß sie in der Regel bei der Bewirkung dieser Erscheinung alle in einem gewissen Grade betheiligt seyen.

Die ursprüngliche Textur des Stabeisens ist körnig und zackig. Durch das Schmieden oder Walzen wird in demselben die sehnige Textur erzeugt, indem hierbei die Krystalle ausgebreitet und in die Länge gedehnt werden. Letzteres ist insbesondere beim Walzen der Fall; beim Schmieden zeigt sich nicht selten, besonders in größeren Stücken, daß die inneren Theile noch körnig sind, während die äußeren, je mehr sie sich der Oberfläche nähern, eine mehr oder weniger sehnige Textur angenommen haben. Dieser Unterschied in der Textur rührt daher, daß die Hammerschläge, eben wegen der starken Dimensionen, nicht bis in das Innere haben einwirken können. Die Eigenschaft des Eisens aus dem körnigen mehr oder weniger in den sehnigen Zustand überzugehen, hängt mit von der ursprünglichen Qualität des Eisens ab; einige Eisensorten besitzen sie mehr, andere weniger. Bei Beurtheilung der Textur aus dem frischen Bruch muß man indessen auf die Art und Weise, wie und durch welche Mittel er hervorgebracht ist, nothwendig Rücksicht nehmen.

Ein Bruch, der durch Belastung in der Längenrichtung, nach welcher der Stab ausgewalzt oder ausgeschmiedet ist, erzeugt wird, ist bei einer guten Eisenqualitat zackig; die Fasern laufen in feine Spitzen aus, und zwar dieses mehr bei gewalztem, als bei geschmiedetem Eisen. Er hat, je nachdem man das Licht darauf fallen und in das Auge reflectiren läßt, ein anderes Ansehen. Er erscheint entweder aschgrau oder matt silberweiß, und nüancirt zwischen beiden Farben. Will man hieraus auf die Güte des Eisens schließen, so muß man den Stab nach allen Richtungen drehen, das Licht von allen Seiten auf den Bruch fallen und ins Auge reflectiren lassen. Wenn unter allen Umständen der Bruch aschgrau erscheint, die Faser kurz und wenig zackig ist, so kann man auf eine niedere Qualität schließen. Indessen hat man doch noch dabei zu berücksichtigen, ob das Zerreißen durch eine plötzliche Belastung (Stoß) oder durch eine successive Zunahme derselben entstanden ist. Im ersten Falle erscheint das Eisen leicht grauer, mehr krystallinisch, kurzfaserig, die Sehnen nicht in feine Spitzen auslaufend, im letztern bei einer gewissen Reflexion des Lichtes matt silberweiß, sehnig.

Wird Eisen in der auf die Richtung des Auswalzens senkrechten Richtung zerrissen, jedoch so, daß immer noch die absolute Festigkeit in Anspruch

genommen wird, so ist dessen Bruch immer sehr kurz und die absolute Festigkeit geringer. (Nach Navier's Versuchen ist dieselbe um 10 Proc. geringer bei Kesselblechen.) Der Bruch hat eben, weil er die einzelnen Lagen, durch deren Zusammenschweißen der Stab gebildet ist, zeigt, ein schieferartiges Aussehen, erscheint im reflectirten Lichte weiß, im darauf fallenden Lichte grauer. Nicht selten zeigen sich Spuren von feinem stahlartigen Korn — Stücke, welche in allen Richtungen widerstehen sollen, z. B. Kesselbleche, läßt man daher nicht allein in der Richtung der Breite und Länge, sondern auch in der Diagonale durch die Walzen gehen. — Auch die relative Festigkeit ist in der auf das Auswalzen rechtwinkeligen Richtung geringer. Stücke, zu deren Zerbrechen man in der Richtung des Walzens 8—10 oder 12 Schläge braucht, brechen schon bei dem dritten, vierten oder fünften Schlage. Diese Erscheinung ist für die Krummzapfen der Locomotivachsen von Wichtigkeit, welche aus dem vollen Eisen ausgehauen werden.

Ein Bruch, der durch Schläge oder Belastung in transversaler Richtung (relative Festigkeit) durch Ueberschlagen des Stabes über die Amboßkante erzeugt wird, ist immer weißer als ein solcher, der durch Belastung in die Längenrichtung (absolute Festigkeit) erzeugt wird, wovon der Grund in der verschiedenen Beschaffenheit der das Licht reflectirenden Flächen liegt. Er ist in der Regel nicht so sehnig, als beim Zerreißen in der Längenrichtung (ausgenommen beim Ramaßeisen). Sind die einzelnen Lagen, aus denen der Stab gebildet wurde, nicht gut geschweißt, so lösen sich dieselben ab und bilden mehr oder weniger glatte Flächen. Sind die einzelnen Lagen vor dem Zusammenschweißen nicht gut gereinigt, so zeigen sich schwarze Punkte auf denselben, Kohle oder Schmutz, der ebenfalls den innigen Zusammenhang der einzelnen Lagen hindert. (Will man sich von der Vollkommenheit der Schweißung der einzelnen Lagen überzeugen, so breite man den Stab bei einer die Schweißhitze nicht erreichenden Temperatur zu dünnem Blech aus. Zeigen sich hierbei keine Beulen oder Schiefer, so war die Schweißung gut.) — Beim Ueberschlagen kann man den Bruch mehr oder weniger ändern, je nachdem man mit leichteren oder schwereren Hämmern mehr oder weniger kräftige Schläge darauf führt, je nachdem man kürzere oder längere Stücke abschlägt, je nachdem man die Bruchlinie mit stärkeren oder schwächeren Hieben des Schrotmeißels vorzeichnet.

Ein Umschlagen eines längern Stücks mit kleinen Hämmern in einer und derselben Richtung hat immer den am meisten sehnigen Bruch zur Folge, ein Umschlagen mit schweren Hämmern einen entweder kurzfaserigen oder krystallinisch körnigen. Etwas krystallinisch wird der Bruch immer auf der untern Seite, mit welcher der Stab auf dem Amboß aufliegt. Wenn nämlich die oberen Fasern zerreißen sollen, so müssen sich die unteren gleichzeitig verkürzen und eben diese unten gestauchten Fasern zeigen selten ein sehniges, sondern im-

mer ein feinkörniges, stahlartiges Gefüge. Dieses tritt in größerem Umfange hervor, wenn man den Stab behufs des Zerbrechens hin und her biegt, wie dieß schon früher bemerkt worden ist. Die angedeuteten Proben wurden häufig wiederholt und sie stimmen auch mit den Beobachtungen, welche auf der rheinischen Eisenbahn beim Zerbrechen der Wagenachsen durch einen Fallklotz von 1190 Pfd. bei Fallhöhen von 16 bis 36 Fuß und durch kleine Hämmer gemacht worden sind, im Wesentlichen überein.

Von den Versuchen auf der rheinischen Eisenbahn sollen namentlich zwei erwähnt werden, welche die obige Behauptung bestätigen.

Eine zerbrochene geschmiedete Erdwagenachse zerbrach unter dem Fallklotz von 1190 Pfd. Gewicht bei einer Fallhöhe von 10 Fuß; Bruchfläche ziemlich grob und krystallinisch. — Sie wurde mit kleinen Hämmern überschlagen, zerbrach nach einigen Schlägen; grauer Bruch, nach der Außenseite hin feinkörnig, wie Roheisenbruch, in der Mitte grau krystallinisch.

Eine gewalzte Achse, welche unter dem plötzlichen Zerbrechen des Fallwerks krystallinisch war, zeigte sich beim Umschlagen durch kleine Hämmer meistens ganz zähe und nervig.

Vergleicht man das Aussehen des Bruchs des geschmiedeten und gewalzten Eisens mit einander, so zeigt das letztere fast immer mehr Nerv als ersteres. Das geschmiedete ist immer ungleichförmiger als das gewalzte, es zeigt nicht selten auf einer und derselben Bruchfläche alle Abstufungen von fein stahlartigem bis grob krystallinischem Gefüge, vermischt mit sehniger Textur. Auch finden sich in dem erstern in der Regel häufiger offene Schweißfugen (besonders in starken Stücken), als im letztern. Alles dieses hat darin seinen Grund, daß sich das Walzen in kürzerer Zeit vollziehen und sorgsamer überwachen läßt, als das Schmieden. Beim Schmieden kann eine einzige zu hohe Steigerung der Temperatur das Eisen verderben, eben so wie ein Hämmern bei niedriger Temperatur Sprödigkeit darin erzeugen kann, die sich zwar wieder wegschaffen läßt, aber häufig vom Schmied nicht gehörig berücksichtigt ist.

In dem gewalzten Stabeisen kommen häufig krystallinische Theile vor, welche die Stellen, wo sie sich befinden, spröder machen; auch findet man nicht selten unter mehreren aus demselben Roheisen fabricirten Stäben einzelne, die gegen die andern rücksichtlich der sehnigen Textur zurückstehen. Um darüber nun ins Reine zu kommen, wie im gewalzten Stabeisen durch die Methode seiner Fabrikation ein krystallinisches Korn hervorgebracht werden kann, ist eine Reihe von Versuchen angestellt worden, die hier mitgetheilt werden sollen *).

*) Diese und die größte Zahl der übrigen hier erwähnten Versuche, welche mit nicht geringem Kostenaufwande verbunden waren, wurden auf den Eisenwerken des Herrn E. Honsch in Düren bei der Gelegenheit angestellt, als dort die Schmiedeisenarbeit

Es ist allgemein anerkannt, daß wenn das zu verpuddelnde Roheisen zu kurze Zeit im Puddelofen bleibt, wenn es ferner dabei nicht gut durcheinander gearbeitet wird, so daß nicht alle Theilchen gehörig durch die Frischschlacke getrennt werden und mit der darüber wegstreichenden Flamme in Berührung kommen, ein unreines Puddeleisen erhalten wird, welches theils nicht vollständig gefrischte Roheisentheilchen, theils fremde Stoffe, als Kiesel, Arsen, Schwefel, Phosphor und dergl. enthält. Dieses gibt sich indessen durch den ungleichförmigen, grauen, kurzen oder grob krystallinischen Bruch leicht zu erkennen. Auch ist es eine bekannte Sache, daß, wenn man nach dem Puddeln und Auspressen des Balls unter dem Hammer zu schwache Schweißhitzen gibt, noch ein Antheil Kohle und mechanisch beigemengte Schlacke im Eisen bleibt (besonders wenn durch das nachfolgende Walzen keine hinreichend starke Compression erzeugt wird), daß dann das Eisen leicht faulbrüchig wird; indessen kann auch bei zu starker Hitze das Eisen seine ursprüngliche körnige Textur behalten, wenn es nach derselben nicht einer gehörigen Bearbeitung unterworfen wird, wie sich dies aus dem Folgenden ergeben wird.

Es wurden zwei Puddelöfen, jeder mit einem Satze desselben Roheisens besetzt, nachdem sie bereits mehrere Tage im Gange und gleichförmig durchgewärmt waren. Das Roheisen wurde in beiden Oefen gleichförmig durcheinander gearbeitet, der Puddelproceß in beiden Oefen gleich sorgfältig geleitet, die Balls aus dem einen Ofen jedoch gleich nach eingetretener Frischung herausgenommen, unter dem Hammer auf Vierkant geschmiedet und zu Bramen von 6 Zoll Breite und $^3/_4$ Zoll Dicke in einem siebenspurigen Walzenpaar ausgewalzt. Es wurde hierbei die Beobachtung gemacht, daß unter dem Hammer und den Walzen eine große Menge Schlacke ausgepreßt wurde, das Schweißen aber auf eine sehr leichte Weise vor sich ging. In dem andern Ofen wurden die Balls etwa 20 Minuten länger liegen gelassen und dann eben so unter dem Hammer und in den Walzen behandelt. Bei letzterer Behandlung zeigte sich, daß weniger Schlacke in den Balls vorhanden war, daß aber auch eben deshalb das Ausschmieden und Auswalzen bei dieser trockeneren Beschaffenheit der Bälle schwieriger von Statten ging, indem sich unter dem Hammer Eisentheilchen ablös'ten und die aus den Walzen kommenden Bramen eine mehr schiefrige Oberfläche und starke Kantenrisse zeigten. Die Untersuchung auf den Bruch ergab aber fast gleiche Eisenqualitäten. Der Bruch war schön faserig silbergrau und zeigte hin und wieder eingesprengte Krystalle. Eine Trennung der verschiedenen Bra-

für die bei Mühlheim über die Ruhr auf Staatskosten erbaute Kettenbrücke ausgeführt wurde, und muß dessen Gefälligkeit und Bereitwilligkeit dabei dankend erwähnt werden. Es ist zu bedauern, daß dieser umsichtige Fabrikant nicht auch bei der Gewerbe-Ausstellung im J. 1844 Proben seiner vorzüglichen Fabrikate vorführte.

men erschien bei den nachfolgenden Versuchen nothwendig und dieselben wurden unter einander verwandt.

Wir kommen hierbei noch auf die nach dem ersten Auswalzen sich häufig vorfindenden Krystalle in dem Eisen zurück. Wenn nämlich diese sehr fein und hell sind, so sind sie gutartiger Natur, sie verschwinden bei wiederholtem Auswalzen, und das Eisen bekommt einen schönen Zug. Dies weiß man auf den Walzenwerken recht gut und sondert solche Bramen bei den Proben, welche in der Regel zur Controle der Arbeit des Puddlers mit allen und jeden vorgenommen werden, nicht aus. Man überzeugte sich hievon ebenfalls durch einen directen Versuch, indem ein feinkörniges Stück aus der ersten Bearbeitung ausgeschmiedet wurde, welches nach dem Ausschmieden eine sehnige Textur bekam.

Hierdurch wird die bekannte Thatsache bestätigt, daß das längere Verweilen der Balls im Puddelofen niemals einen schädlichen Einfluß auf die Qualität des zu erzeugenden Eisens ausübt. Es entsteht jedoch dadurch ein Eisenverlust im Ofen durch Abbrand und ein Verlust durch Abbröckeln unter dem Hammer. Man kann sogar durch eine länger dauernde Hitze im Puddelofen aus schlechterem Roheisen eine bessere Qualität Stabeisen gewinnen. Hierauf gründet sich der Vorschlag, mit offener Klappe eine längere dauernde Hitze zu geben, eine Methode, die allerdings aus schlechterm Rohmaterial bessern Stoff liefert, aber zum größten Theil wieder verlassen worden ist, weil der erzielte Stoff dennoch durch den Abbrand, Kohlenverbrauch und Zeitverlust theurer wird als wenn man von vorn herein eine bessere Qualität Roheisen verwendet.

Um zu beurtheilen, inwiefern bei den nachfolgenden Operationen des Anwärmens im Schweißofen, des Auf- und Vierkantschmiedens und demnächstigen Auswalzens eine Aenderung des Eisens eintreten könne, wurden folgende Versuche angestellt.

Nachdem sämmtliche ausgewalzte Bramen auf den Bruch probirt und nach gehöriger Aussortirung daraus Pakete von 8 Lagen und 20 Zoll Länge geformt waren, wurden diese in den Schweißofen gebracht, unter einem 12000 Pfund schweren Hammer auf Vierkant geschmiedet, wieder in den Schweißofen gelegt und dann unter der Plattenwalze auf $^3/_4$ Zoll Stärke ausgewalzt.

Paket Nr. I. wurde im Schweißofen nicht überhitzt und ausgeschmiedet;
Paket Nr. II. desgl.
Paket Nr. III. sehr stark überhitzt und ausgeschmiedet;
Paket Nr. IV. nicht so stark überhitzt und ausgeschmiedet.

Vor dem Auswalzen wurden nun ferner:
Nr. I. wieder stark überhitzt;
Nr. II. in gewöhnlicher Schweißhitze gehalten;
Nr. III. stärker als Nr. I. überhitzt, so daß die obere Lage fast zur Hälfte weggebrannt war;

Nr. IV. in gewöhnlicher Schweißhitze gehalten.

Die Untersuchung auf den Bruch nach dem Auswalzen ergab für

Nr. I. in gehöriger Schweißhitze vor dem Ausschmieden gehalten und überhitzt vor dem Auswalzen, einen guten Zug, einen hellen Bruch; an einer Stelle einige ganz feine Krystalle, die aber schon keine eckige, sondern eine mehr längliche Form hatten.

Nr. II. sowohl vor dem Ausschmieden als vor dem Auswalzen in gehöriger Schweißhitze gehalten, den besten Zug, einen hellen Bruch, aber doch einige Krystalle.

Nr. III. sowohl vor dem Ausschmieden als vor dem Auswalzen sehr stark überhitzt.

Derjenige Theil des Stabes, welcher durch die Ueberhitzung am meisten abgebrannt war, und dies schon im äußern Ansehen durch eine schiefrige Oberfläche, bröckelige Kanten zeigte, hatte ein ganz krystallinisches feinkörniges Gefüge. Ein anderer Theil, der etwas ferner davon genommen wurde, war nur zur Hälfte krystallinisch, zur Hälfte kurzfaserig. Ein dritter Theil, vom Ende genommen, hatte ein kurzfaseriges Gefüge mit eingesprengten kleinen Krystallen.

Nr. IV. Vor dem Ausschmieden etwas überhitzt, vor dem Auswalzen aber in gehöriger Temperatur gehalten, ein durchaus sehniges Gefüge mit unbedeutenden Krystallen, fast Nr. II. gleich.

Der körnigste Theil von Nr. III. wurde fast bei Schweißhitze mit kleinen Hämmern weiter ausgeschmiedet. Die krystallinische Textur war verschwunden und in eine kurzfaserige übergegangen. Der etwas weniger körnige Theil von Nr. III. wurde ebenso behandelt und zeigte nachher eine schöne sehnige Textur, vortrefflichen Zug mit heller Farbe.

Aus diesen Versuchen folgt nun, daß mit Bezug auf

Nr. II. ein sehniges Eisen ohne Krystalle erzeugt wird, wenn zwar vollständige Schweißhitze angewendet, aber diese nicht übertrieben wird;

Nr. III. daß das Eisen körnig wird, wenn die Hitze im Schweißofen zu stark gewesen;

Nr. IV. das Eisen, wenn es vor dem Ausschmieden auch überhitzt wird, seine gute, sehnige Textur behält, wenn es vor dem folgenden Auswalzen keine Ueberhitzung im Schweißofen erleidet;

Nr. I. das Eisen mehr körnig wird, wenn es vor dem letzten Auswalzen, als wenn es vor dem Schmieden erhitzt wird; endlich *daß es überhaupt auf die letzte Behandlung hauptsächlich ankommt, daß bei dieser das Eisen am leichtesten verdorben wird, daß bei dieser aber ein bei einer vorherigen Prozedur zu warm behandeltes und dadurch körnig gewordenes Eisen wieder in sehniges umgewandelt werden zu können scheint.* Für letzteres spricht außerdem noch der Versuch mit dem Ausschmieden des körnigen Eisens Nr. III.

Man benutzt selbst in der Praxis die Eigenschaft des Schmiedeisens, in großer Hitze körnig zu werden, zu seinem Vortheil. Man hat nämlich die Erfahrung gemacht, daß das feinkörnige Eisen sich sehr leicht und scharf ausspitzen läßt, ohne zu spalten, daß es sich, ohne zu reißen, in schmalen Stücken gut lochen läßt.*)

Auf den Grund dieses wird alles Nageleisen von 3 bis 4 Linien im Quadrat sehr warm geschnitten. Die daraus fabricirten Nägel werden recht spitz, nicht gespalten und bekommen durch das Ausschmieden Härte und Zähigkeit in einem solchen Grade vereint, wie es gerade wünschenswerth ist.

Um über die Wirkung des Walzens gegen das Schmieden in Bezug auf das Korn des Eisens einen Aufschluß zu bekommen, wurde noch folgender Versuch gemacht.

Nachdem das Eisen im Puddelofen gut bearbeitet war, wurden daraus Kolben von 6 Zoll im Quadrat geschmiedet, zwei derselben wurden aufeinander gelegt, in den Schweißofen gebracht und nach gehöriger Erhitzung unter dem 12,000 Pfund schweren Hammer auf 6 Zoll im Quadrat geschmiedet. Diese Stücke kamen dann noch einmal in den Schweißofen und wurden dann auf Maaß ausgewalzt.

Bei Untersuchung auf den Bruch des fabricirten Eisens ergab sich gegen das nach dem vorhin angegebenen Verfahren erzeugte stets weniger Zug, ein mehr körniger Bruch, der bisweilen durch den ganzen Querschnitt hindurchging. Das Korn war indessen nicht grob, sondern fein und gutartiger Natur, so daß es bei einer ferneren Bearbeitung verschwunden wäre, wie man sich durch späteres Ausschmieden davon überzeugte. Bisweilen konnte man im Stabe deutlich die verschiedene Textur der beiden Stücke, aus denen er zusammengeschweißt war, erkennen, indem die eine Lage faserig, die andere körnig war. Hieraus geht schon der Vorzug der erstern Methode gegen die letztere hervor, nicht zu gedenken eines andern Vortheils, daß man von den Stäben gleich nach dem ersten Auswalzen Probe nehmen und diejenigen niederer Qualität aussortiren kann, während man nach der letztern Methode erst nach Beendigung der ganzen Fabrikation, wo nichts mehr zu ändern ist, Aufschluß über das Resultat derselben bekommt. Man sollte daher alle Stücke, bei denen es auf ein recht sehniges Gefüge ankommt, mehr durch Walzen als durch Schmieden bearbeiten, da durch ersteres, indem einestheils ein stärkerer Druck ausgeübt werden kann, andern-

*) Für die Güte des Eisens ist eine sichere Probe, dasselbe warm zu lochen, und zwar so, daß die Richtung, nach welcher das Stück ausgewalzt wird, mit der Breite desselben parallel läuft. Entstehen bei dieser Procedur keine Risse, so kann man sich von einer guten Qualität versichert halten.

theils die Verlängerung des Korns hauptsächlich in der Längenrichtung geschieht, stets eine mehr sehnige Textur erreicht wird.

In Bezug auf die Widerstandsfähigkeit des sehnigen gegen das körnige Schmiedeeisen, jedoch nur mit Rücksicht auf die beiden obigen Fabrikationsmethoden, fand man, daß sowohl die absolute als die relative Festigkeit und Elasticitätsgrenze des körnigen geringer ist, als die des sehnigen. Das körnige zeigte eine absolute Festigkeit von im Mittel 50 bis 51,000 Pfund auf den Quadratzoll, das sehnige von 53 bis 54,000 Pfund auf den Quadratzoll, beide jedoch in Stäben von 6 Zoll Breite und $^3/_4$ Zoll Dicke. In Bezug auf die relative Festigkeit verhielt sich das körnige viel geringer als das sehnige. Beim Ueberbrechen über den Amboß waren, wenn bei sehnigem 18 bis 20 Schläge nothwendig waren, bei dem körnigen 10 bis 12, wohl auch 15 unter denselben Umständen erforderlich. Die Elasticitätsgrenze des sehnigen fand sich im Durchschnitt bei 24 bis 25,000 Pfund auf den Quadratzoll und stieg bis 27,500 Pfund; die des körnigen fand sich bei 22,000 Pfund auf den Quadratzoll. Die Zunahme der permanenten Ausdehnungen, nach Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze, war bei dem sehnigen nicht allein geringer, sondern auch regelmäßiger in Bezug auf die Belastung. Es muß hierbei noch bemerkt werden, daß der Hitzegrad, bei welchem es durch die zwei oder drei letzten Spuren der Walzen geht, von Einfluß auf die Elasticitätsgrenze ist. Bei Rothwärme würde man die Elasticitätsgrenze für das sehnige Eisen leicht bis an 30,000 Pfund auf den Quadratzoll steigern können.

Es ist hier der Ort, etwas über den Unterschied des gewalzten und geschmiedeten Eisens einzuschieben. Die hier folgenden Daten sind dem Berichte über die Versuche mit Achsen auf der rheinischen Eisenbahn entnommen:

1. Unter 9 probirten, schon im Gebrauch gewesenen Achsen, von denen 6 aus geschmiedetem, 3 aus gewalztem Eisen waren, brachen durch einen Fallklotz von 1190 Pfund bei einer Fallhöhe von 16 Fuß, indem man die Achsen auf zwei Unterlagen legte, und den Fallklotz auf die Mitte fallen ließ, von den 6 ersteren 4 Stück und 2 bogen sich, während die drei gewalzten, ohne eine Beschädigung zu erleiden, die Probe bestanden.

2. Sechs Stück Achsen, davon 5 geschmiedet und 1 gewalzt. Bei der Probe brachen von den 5 geschmiedeten 3 Stück und 2 bogen sich.

Dagegen hatte die eine gewalzte Achse einen dreimaligen Schlag des Fallklotzes sogar in entgegengesetzten Richtungen ausgehalten, ohne nur den geringsten Fehler zu zeigen.

Hieraus ist zu schließen, daß die Achsen aus gewalztem Eisen eine innigere Verbindung der einzelnen Theile erhalten und mehr zähe, als die geschmiedeten sind, daß dagegen diese mehr Steifigkeit im Allgemeinen annehmen. Durchbie-

gungen, welche die gewalzten Achsen unter dem Fallwerk annahmen. Für die einzelnen Achsen betrugen nämlich die Durchbiegungen:

$3^{1}/_{4}''$ Durchmesser geschmiedet bog sich 6'' durch,
$3^{1}/_{2}''$ Durchmesser geschmiedet bog sich 7'' durch,
$3^{7}/_{8}''$ Durchmesser gewalzt bog sich $8^{1}/_{2}''$ durch,
$3^{1}/_{8}''$ Durchmesser gewalzt bog sich 7'' durch,
3'' Durchmesser gewalzt bog sich 12'' durch,
$3^{1}/_{8}''$ Durchmesser gewalzt bog sich 9'' durch.

Da die Achsen von verschiedenem Durchmesser waren, so übersieht man das Verhältniß der Durchbiegungen der einzelnen Achsen zu einander bei dieser Angabe nicht genau. Wenn nun zwar die Abhängigkeit der Größe der Durchbiegung (wenn diese nämlich die Elasticitätsgrenze überschreitet) von dem Durchmesser bei derselben Belastung nicht genau bekannt ist, so wird man doch nicht weit von der Wahrheit abweichen, wenn man die Größe der Durchbiegung dem Quadrate*) des Durchmessers indirect proportional annimmt. Es soll daher nach dieser Angabe die Ueberschrift gegeben werden, wie folgt (wenn man nämlich eine Achse von 3 Zoll Durchmesser als Norm annimmt):

(Mittel 8,2854'')
$^{3}/_{4}''$ Durchmesser, geschmiedet, auf 3'' reducirt 7,0413'',
$3^{1}/_{2}''$ Durchmesser, geschmiedet, auf 3'' reducirt 9,5278'',
(Mittel 10,8856'')
$3^{7}/_{8}''$ Durchmesser, gewalzt, auf 3'' reducirt 14,1814'',
$3^{1}/_{8}''$ Durchmesser, gewalzt, auf 3'' reducirt 7,5955'',
3'' Durchmesser, gewalzt, auf 3'' reducirt 12'',
$3^{1}/_{8}''$ Durchmesser, gewalzt, auf 3'' reducirt 9,7657''.

3. Beim Zerbrechen durch den Fallklotz zeigten die geschmiedeten, sowohl die gebrauchten als nichtgebrauchten Achsen, im Durchschnitt einen mehr krystallinischen Bruch als die gewalzten, und sehr häufig im Innern offene Schweißfugen.

4. Die Beobachtung, daß das Eisen beim Zerbrechen unter dem Fallwerke ein anderes Aussehen auf dem frischen Bruch habe, als beim Ueberbrechen durch kleine Hämmer, ist schon früher erwähnt. Das gewalzte Eisen widersteht aber

---

*) Die Größe der Durchbiegung ist, wenn diese innerhalb der Elasticitätsgrenze liegt, dem Cubus des Durchmessers indirect proportional. Durchbiegungen, welche über die Elasticitätsgrenze hinweggehen, nähern sich schon dem Zerbrechen, und dürfen deshalb, wie hier geschehen, nach dem Gesetze für das Zerbrechen, wonach sie den Quadraten der Durchmesser indirect proportional sind, zu beurtheilen sein. Die permanenten Durchbiegungen vor dem Zerbrechen beobachten, ebenso wie die permanenten Ausdehnungen vor dem Zerreißen kein bestimmtes Gesetz.

sehr lange den Schlägen und zeigt einen fadenartigen Bruch, während das geschmiedete Eisen ein feinkörniges Ansehen hat, und auch eher als das gewalzte bricht.

Wir gehen nun zur Untersuchung über, wie das bei der ursprünglichen Fabrikation erzeugte sehnige Gefüge durch die nachherige Bearbeitung wieder zerstört werden kann. Bereits früher ist bemerkt worden, daß eine starke Schweißhitze das sehnige Schmiedeisen wieder krystallinisch-körnig mache. Man kann den Vorgang am deutlichsten übersehen, wenn man zwei Stücke aneinanderschweißt. Der nachstehend beschriebene Versuch ist mehrmals wiederholt worden und stets die nächstdem angegebene Beobachtung gemacht. Zwei Stäbe von 6 Zoll Breite und $^3/_4$ Zoll Stärke wurden auf den Bruch untersucht und von gleichartiger sehniger Structur befunden. Die Enden wurden bei starker Rothwärme gestaucht, daß sie eine Dicke von etwa $^3/_4$ Zoll bekamen; demnach wurde auf beide eine starke Schweißhitze gemacht und dieselben unter Handhämmern zusammengeschweißt. Nachdem sie bis zur völligen allmäligen Erkaltung ruhen gelassen, wurden die Schweißstellen über der Amboßecke überschlagen. Die Schweißung hatte vollständig stattgefunden und in der Schweißstelle selbst hatte das Eisen eine faserige Textur. Als die Stäbe 2 Zoll weiter übergehauen wurden, war das Gefüge durchaus krystallinisch, jedoch besonders an den Kanten. 3 Zoll weiter von dieser Stelle war das Eisen schon weniger krystallinisch, 6 Zoll weiter war die unveränderte Eisenfaser des Stabes vorhanden. Bei anderen Eisenstäben, die überhauen wurden, zeigte sich jedoch die Eisenfaser schon näher an der Schweißstelle, etwa 4 bis 5 Zoll davon, wieder unverändert (wahrscheinlich, weil die Stäbe auf kürzere Längen erhitzt worden waren). Hieraus ist zu schließen, daß eine starke Schweißhitze allerdings das Eisen krystallinisch macht, daß aber beim Zusammenschweißen zweier Stäbe die Schweißstelle selbst ihr krystallinisches Gefüge nicht in dem Maaße, wie die daneben befindlichen behält, was seinen Grund darin hat, daß das krystallinische Korn durch die Hammerschläge wieder platt gedrückt und faserig gemacht wird. Ob die Hammerschläge selbst, welche in der Regel nur auf die Schweißstelle fallen, nicht noch das Krystallisiren an den neben der Schweißstelle liegenden Punkten befördern mögen, soll hier nicht entschieden werden. Zieht man indessen Erscheinungen, die bei dem Krystallisiren flüssiger Körper vorkommen, in Betracht, z. B. daß die Eisbildung bei ruhigem Wasser 5–8° C. unter Null noch nicht beginnt, aber eintritt, sobald die kleinste Erschütterung dazu kommt, so scheinen auch die Erschütterungen durch die Hammerschläge auf das stark erhitzte Eisen, welches sich in eben diesem Zustande dem Schmelzpunkte nähert, nicht ganz ohne Einfluß zu sein. Die Beantwortung dieser Frage ist jedoch für den vorliegenden Fall nicht wesentlich, und es muß für ausgemacht angesehen werden, daß starke Schweißglühhitze das sehnige Schmiedeeisen krystallinisch macht. Auch ohne gleichzeitig eine Schweißung vorzunehmen, hat man sich davon durch mehr-

fache Versuche überzeugt. Bei dem angegebenen Versuche könnte vielleicht noch die Einwendung gemacht werden, als ob das Stauchen die krystallinische Textur hervorgebracht habe. Es wurden indessen rothwarm bis dunkelorangenrothwarm gestauchte Stäbe übergehauen und gefunden, daß in der gestauchten Stelle die Eisenfaser, wenn auch ein wenig gekürzt, doch nicht merklich, in den der gestauchten Stelle zunächst liegenden Punkten aber durchaus nicht geändert war. Anders verhält es sich jedoch mit dem in starker Hitze gestauchten Eisen; es tritt hier dasselbe ein, und zwar in noch stärkerem Grade, was bei einem blos erhitzten Stabe der Fall ist.

Was nun die Widerstandsfähigkeit der durch die Weißglühhitze körnig gewordenen Theile betrifft, so scheint sie sich nach darüber angestellten Versuchen eben so zu verhalten, wie die derjenigen Eisensorten, die bei der ersten Behandlung körnig geblieben sind. Es kann jedoch der größere oder geringere Grad der Weißglühhitze dieselbe modificiren. Die Temperatur, bei welcher die Schweißung einer Eisensorte möglich wird, ist übrigens nicht für alle Eisensorten gleich. Bei manchen ist diese so groß, daß der Schmelzpunkt beinahe mit dem Schweißpunkte zusammenfällt, und dergleichen Eisenarten eignen sich gar nicht zum Schweißen

Wie sich der Verfasser nun durch directe Versuche über das Körnigwerden des Eisens bei höheren Temperaturen überzeugt hat, so hat er es auch nicht unterlassen, über das Verhalten des Eisens bei der Bearbeitung bestimmte Resultate zu erzielen. Um zunächst zu sehen, ob das bloße Anwärmen*) ohne Schläge eine Veränderung hervorbringe, ließ er von den früher erwähnten Stäben den Stab Nr. III., welcher im Schweißofen stark erhitzt worden war, in zwei Theile schneiden, den einen davon rothwarm, den andern weißwarm (aber nicht schweißwarm) machen.

Von beiden Stäben hatte er vorher Proben übergeschlagen und wiederholte dies nach dem Anwärmen. Bei dem einen Stücke, welches rothwarm gemacht worden war, waren beide Brüche gleich, beide etwas krystallinisch körnig, die Widerstandsfähigkeit beim Ueberschlagen über die Amboßecke sowohl vor, als nach dem Erwärmen sehr groß, was man nach dem Bruche zu urtheilen nicht würde erwartet haben. Ein Unterschied in der Farbe des Eisens war nicht zu erkennen. Bei dem andern Stücke, welches weißwarm gemacht worden war, zeigte sich kein Unterschied, so wenig im Bruch, als in der Widerstandsfähigkeit gegen das erste Stück. Es wurde ferner der Stab Nr. IV., welcher das erste

*) Tremery und Poiriere F. Brice (Annales des Mines, 2. Serie, Tome III. p. 513) wollten nämlich gefunden haben, daß die absolute Festigkeit eines guten Schmiedeeisens von 63,550 Pfund auf den Quadratzoll Rheinl. durch bloßes Erhitzen bis zur Dunkelrothglühhitze auf 11,400 Pfund auf den Quadratzoll niedergedrückt werde.

Mal im Schweißofen überhitzt worden und das zweite Mal darin eine gemäßigte Schweißhitze erhalten hatte, in zwei Stücke geschnitten, davon das eine rothwarm, das andere weißwarm gemacht. Beide Stäbe erhielten sich nach dem Anwärmen, beim Ueberschlagen sowohl in Bruch und Farbe, als in der Widerstandsfähigkeit gleich. Aus diesen Versuchen ist man berechtigt zu schließen, daß ein Erhitzen des Eisens bis zur noch nicht vollständigen Weißhitze keinen schädlichen Einfluß darauf ausübt.

Um über die Veränderung des Eisens bei Bearbeitung in geringerer Hitze als Schweißhitze eine vollständige Ueberzeugung zu gewinnen, hat er eine Anzahl Stäbe bei starker Rothwärme ausstrecken lassen und immer gefunden, daß der Zug, so wie die absolute Festigkeit und Elasticitätsgrenze dadurch im Eisen zunahm, übereinstimmend mit schon längst bekannten Erfahrungen, daß dasselbe aber beim Ueberbrechen über die Amboßkante in der Regel einen geringen Widerstand leistete, wovon der Grund darin liegt, daß, da es an Dichtigkeit zugenommen, es eben dadurch an Biegsamkeit und Zähigkeit verloren, eine größere Steifigkeit und Sprödigkeit angenommen hatte. Die Versuche darüber wurden nur mit dünnen Stäben von 1 bis 1 $^1/_4$″ im Quadrat angestellt, deshalb waren auch die Resultate nicht sehr auffallend, weshalb er die Details hier zu geben unterläßt. In größeren Dimensionen sind einige Versuche auf der rheinischen Eisenbahn angestellt worden, nämlich:

Eine gewalzte Achse mit geschmiedeten Zapfen und umgeschweißter Platte für die Stäbe wurde beim Versuche mit dem Fallklotz so gelegt, daß der eine Zapfen den Schlag aushalten mußte, wobei die Fallhöhe 36 Fuß betrug. Der Zapfen sprang ab, die Achse bog sich durch, überschlug sich und durch die Erschütterung wurde auch der andere Zapfen abgebrochen und über 40 Fuß in die Luft geschleudert. Bruch beider Zapfen war ziemlich feinkörnig und grau, der eine indessen enthielt eine Schicht krystallinischen Eisens.

Eine ganz gewalzte Achse, an einem Ende warm ausgereckt, jedoch so, daß sie nicht merklich an Stärke verloren hatte. Fallhöhe 16 Fuß; Schlag 15 Zoll von dem gehämmerten Ende entfernt. Die Achse bog sich 3 Zoll durch, indessen so, daß das gehämmerte Ende beinahe gerade blieb und der gewalzte Theil der Achse sich durchbog.

Die Achse wurde durchweg abgehämmert und hatte die Nacht in der Kälte gelegen, dann wurde sie unter das Fallwerk gebracht. Fallhöhe 16′. Die Achse zerbrach in der Mitte bei einer ganz kleinen Biegung. Der Bruch zeigte mittelgrobkörnig krystallinisches Eisen von heller Farbe.

Bei diesen Versuchen wurden, wie bemerkt, die Achsen mit dem Fallwerk zerbrochen, und dieses war auch wohl der Grund, weshalb die Bruchfläche mehr krystallinisch erschien. Würde man sie mit kleinen Hämmern übergebrochen haben, so würde dies in dem Maße nicht der Fall gewesen seyn.

Wenigstens hat es sich niemals und nach häufig wiederholten Versuchen gefunden, daß durch Abhämmern in der Rothglühhitze (wenn sonst keine schädlichen Operationen vorgenommen werden) die sehnige Textur verloren geht. Beim Ueberbrechen reißen allerdings die verdichteten und spröde gemachten Fasern des Eisens plötzlich ab, und es bekommt der Bruch ein körniges Ansehen, aber die Faser ist dadurch nicht weggeschafft. Als fernerer Beweis hiervon dient das schon früher erwähnte Drahtziehen. Auch ein anderer Versuch, der auf der rheinischen Eisenbahn gemacht wurde, giebt hiervon Zeugniß. Um nämlich zu untersuchen, ob gewalzte Achsen in der Gegend der Nabe, wo dieselben zum Umlegen der Platte einer nochmaligen Schweißhitze ausgesetzt wurden, und gleichzeitig mit Handhämmern bearbeitet worden, ihre Zähigkeit einbüßen, wurde eine Achse an dieser Stelle mit kleinen Hämmern übergebrochen. Der Bruch zeigte sich unverändert und ausgezeichnet nervig und zähe. Es ist zwar klar, daß dieser Fall nicht ganz derselbe ist, wie die früheren; aber ein Hämmern, und zwar unter der Schweißhitze, hatte sicherlich stattgefunden. Wenigstens läßt sich aus dem Versuche das schließen, daß, wenn das Hämmern nicht sehr stark und bei etwas größerer als Rothglühhitze geschieht, keine Sprödigkeit erzeugt wird, und dies hat sich bei größern Stücken auch immer bestätigt.

Es fragt sich nun noch, wie sich die Sprödigkeit des Eisens beim Hämmern vermeiden, oder wenn dies nicht immer möglich, wie sie sich wieder wegschaffen läßt. Vermeiden läßt sich die Sprödigkeit niemals ganz; geschmiedetes Eisen ist fast immer dichter und härter. Wenn indessen das Ausschmieden nur bei schwacher Schweißhitze geschieht, auch die Hitze vorher bei dem Auswärmen nicht höher gesteigert wird, so ist das Ausschmieden von geringerem Einfluß auf die Erhöhung der Sprödigkeit. Ist man genöthigt gewesen, Eisen bei geringerer Temperatur auszuschmieden, oder ist dies durch ein Versehen geschehen, so läßt sich die Sprödigkeit durch Erwärmung des Stücks bis zur Mattrothglühhitze und langsam erkalten lassen wieder wegschaffen, wie dies auch schon die Nasmyth'schen Versuche ergaben. Ob durch das Ausglühen die Festigkeit des geschmiedeten Eisens gegen die des gewalzten abnimmt, läßt sich nicht leicht bestimmen, da bei beiden die Wirkungen verschiedenartiger Einflüsse schwierig von einander zu trennen sind. Nach Herrn Brix's Versuchen über die Cohäsionskraft des Eisendrahts sinkt indessen die absolute Festigkeit des Eisendrahts durch das Ausglühen nicht unter diejenige des Stabeisens, aus dem der Draht gezogen war. Die Beobachtungen über das Ausglühen des Eisens machen es wahrscheinlich, daß das ausgereckte Eisen etwas weicher wird, als es vor dem Ausrecken war. Ob dabei auch die absolute Festigkeit in etwas abgenommen hat, konnte wegen Mangel an Zeit noch nicht durch directe Versuche ermittelt werden; die Zusammendrückbarkeit hatte jedoch augenscheinlich zugenommen.

Ein Kalthämmern des Eisens, welches zu Stücken verwendet werden soll,

die starken Einwirkungen auf Zerreißen und Zerbrechen ausgesetzt sind, kommt in der Praxis nicht leicht vor; auch ist es, so wie das Kaltstauchen, bei solchen Stücken niemals zu gestatten.

Zum vierten Kapitel des vierten Abschnitts.

Zu §. 188. Zur Ergänzung dessen, was wir in dem Werke über die Beschaffenheit der Gase gesagt haben, tragen wir nach Herrn Scheerer, in dessen Metallurgie Bd. 1. noch Folgendes nach, wobei es nicht vermieden werden kann, daß wir schon Gesagtes wiederholen, um eine Gesammtdarstellung von dem zu geben, was wir bis jetzt über die Gase als Brennmaterialien wissen.

Da man alle bisher angewendeten gasförmigen Brennmaterialien aus festen erzeugt, so ist die Anwendung der ersteren nur eine indirekte Benutzung der letzteren. Wir wissen, daß ein großer Theil der festen Brennmaterialien — Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle — mit Flamme verbrennt und daß diese Flamme von der Verbrennung der durch höhere Temperatur entwickelten brennbaren Gase — Kohlenoxyd, Wasserstoff, Kohlenwasserstoff u. s. w. herrührt. Aber auch die unter gewöhnlichen Umständen nicht flammbaren Brennmaterialien, wie Holzkohle, Coaks u. s. w. können unter gewissen Umständen mit Flamme verbrennen und folglich zur Erzeugung brennbarer Gase dienen. Dies geschieht in dem Falle, wenn dieselben zu größeren Massen zusammengehäuft verbrannt werden, wodurch ein größerer oder geringerer Theil der bei ihrer Verbrennung gebildeten Kohlensäure Gelegenheit findet, sich in Kohlenoxydgas umzuwandeln. Man sieht daher die Möglichkeit ein, aus einem jeden festen Brennmateriale ein gasförmiges darzustellen. Aus den flammbaren festen Brennmaterialien läßt sich durch trockne Destillation die größte Menge gasförmigen Brennstoffes entwickeln. Da hierbei aber die Anwendung eines besonderes Brennmaterial-Quantums zur Feuerung, so wie ein kostbarerer Apparat erforderlich ist, so zieht man es vor, die brennbaren Gase auf ganz ähnliche Weise aus ihnen darzustellen, wie aus Holzkohle, nämlich durch eine unvollständige Verbrennung, bewirkt durch dichte Uebereinanderschichtung und unzureichenden Luftzutritt. Natürlich müssen die so gebildeten Gase abgeleitet werden, ehe sie Gelegenheit fanden, mit unzersetzter atmosphärischer Luft in Berührung zu treten. — Die Nachweisung der Ersparungen und sonstigen Vortheile, welche die Anwendung der gasförmigen Brennmaterialien zur Folge, gehört nicht hierher, wo wir ausschließlich die betreffenden Gasgemenge in Bezug auf ihre Eigenschaften als Brennmaterialien und ihre zweckmäßigste Gewinnung näher zu betrachten haben.

Arten der gasförmigen Brennmaterialien.

Die aus der Gicht der Hohöfen emporschlagende Flamme beweist, daß der durch die Zwischenräume der Beschickungssäule im Schachte aufsteigende Gasstrom brennbar ist und daß derselbe innerhalb des Schachtes nicht zur vollständigen Verbrennung gelangt. Leitet man diesen Gasstrom aus dem Ofen, ehe er die Gicht erreicht, d. h. also ehe er verbrennt, so kann man ihn, in eine Röhrenleitung gefaßt, nach irgend einem Feuerheerde führen, hier entzünden und zur Feuerung benutzen. Brennbare Gase, welche auf solche Weise einem Ofen entzogen werden, begreift man unter dem Namen Gichtgase. Die Anwendung derselben, welche mancherlei Uebelstände mit sich führt, ist jedoch nicht so allgemein geworden, wie es die der Generator-Gase zu werden verspricht. Unter letzteren versteht man brennbare Gase, welche nicht als Nebenprodukte erhalten, sondern in eigens dazu construirten Apparaten, Generatoren, erzeugt werden. Sowohl die Gichtgase, als die Generator-Gase sind von verschiedener Beschaffenheit, je nach Art des Brennmaterials, aus welchem ihre Darstellung geschah. Die ersteren können außerdem noch in Bezug auf die Oefen — Eisenhohöfen, andere Hohöfen, Heerdöfen u. s. w. — aus denen man sie ableitet, in Classen gebracht werden.

Diejenigen Arten der Gicht- und Generator-Gase, welche bisher hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Anwendbarkeit näher untersucht wurden, sind folgende:

Gichtgase.

Eisenhohöfen.

1) Holzkohlen-Gichtgase der Eisenhohöfen zu Veckerhagen (Bunsen in Poggendorff's Annalen, Bd. 46, S. 193, und in der berg- und hüttenmänn. Zeitung, 1848, Nro. 1 ff.), zu Clerval (Ebelmen in Ann. des mines. 3me série, t. 20, p. 359) und zu Bärum (Scheerer und Langberg in Poggend. Ann. Bd. 60, S. 489.).
2) Gichtgase, welche aus einem Gemenge von Holzkohlen und lufttrockenem Holze im Hohofen zu Audincourt erzeugt werden (Ebelmen l. c.)
3) Coaks-Gichtgase der Eisenhohöfen zu Vienne und Pont l'Evèque (derselbe in Ann. des mines, 4me série, t. 5, p. 3).
4) Steinkohlen-Gichtgase des Eisenhohofens zu Alfreton, Derbyshire (Bunsen und Playfair im Rep. of the 15th. meet., l. c.).

Heerd-Oefen. Hohöfen

5) Holzkohlen-Gichtgase der Mansfelder Hohöfen zum Kupferschiefer-Schmelzen (Bunsen in Poggend. Ann. Bd. 50. S. 81. Heine im Bergwerksfreund, Bd. 5. S. 209 und Bd. 6, S. 513.).
6) Coaks-Gichtgase dieser Hohöfen (dieselben l. c.).
7) Coaks-Holzkohlen-Gichtgase dieser Hohöfen (dieselben in Poggend. Ann. l. c. und im Bergwerksfr. Bd. 6. S. 513.).

zu Kupfer- und Silber-schmelzen.

8) Coaks-Steinkohlen-Gichtgase dieser Hohöfen (Heine im Bergwerksfreund, Bd. 7. S. 545.).
9) Holz-Gichtgase dieser Hohöfen (derselbe l. c.).
10) Coaks-Gichtgase der Freiberger Hohöfen zum Rohstein-Schmelzen (Kersten in berg- und hüttenmänn. Zeitung, Bd. 3, S. 137.).
11) Holzkohlen-Gichtgase der (hochburgundischen) Eisen-Frischheerde zu Audincourt (Ebelmen in Ann. d. mines, 4me série, t. 3. p. 167.).

Generator-Gase.

1) Holzkohlen-Gase (derselbe l. c. p. 207.).
2) Holz-Gase (derselbe l. c.).
3) Torf-Gase (derselbe l. c.).
4) Coaks-Gase (derselbe in Ann. des mines, 4me série t. 5. p. 79.).

Die Untersuchungen der Gichtgase aus den Mansfelder und Freiberger Schmelzöfen haben gelehrt, daß diese Gase wegen ihrer geringen Brennbarkeit und Hitzwirkung im Allgemeinen weniger zur Benutzung geeignet sind, als die aus den Eisenhohöfen abgeleiteten, aus welchem Grunde ihre nähere Betrachtung hier übergangen werden kann. Ein Gleiches gilt von den Gichtgasen der Heerd-Oefen, welche außerdem noch in den verschiedenen Perioden des Frisch-Processes sehr ungleichartig ausfallen, was ihrer Anwendung große Schwierigkeiten entgegensetzt. Von den Gichtgasen der Eisenhohöfen sind die aus einem Gemenge von Holzkohlen und lufttrocknem Holze erzeugten ebenfalls nur von geringer Wichtigkeit, weil die Anwendung eines so gemengten Brennmaterials beim Eisenhohofen-Betriebe Uebelstände mit sich führt, die es nicht allgemein empfehlen Es bleiben also von den Gichtgasen nur die unter 1, 3 und 4 aufgeführten zur näheren Betrachtung übrig.

Bestandtheile der gasförmigen Brennmaterialien. — Alle bisher angewendeten gasförmigen Brennmaterialien sind Gemenge aus brennbaren und nicht brennbaren Gasen. Unter den brennbaren Gasen treten besonders auf: Kohlenoxyd, Wasserstoff und Kohlenwasserstoff; unter den nicht brennbaren: Stickstoff und Kohlensäure. Der Stickstoff rührt hauptsächlich von der zur Verbrennung gedienten atmosphärischen Luft her; nur bei den aus stickstoffhaltigen Brennmaterialien — Steinkohle, Braunkohle und Torf — erzeugten Gasen wird ein geringer Theil aus dem Brennmateriale selbst entwickelt.

Während sich der im Schachte eines Eisenhohofens aufsteigende Gasstrom von der Form bis zur Gicht bewegt, ist derselbe durch die chemische Einwirkung der Beschickungssäule (aufgeschichtetes Brennmaterial, Erz und Zuschlag) einer steten Veränderung seiner Zusammensetzung unterworfen. Im untern Theile des Ofens, wo der Luftstrom unmittelbar auf das Brenn-

material trifft, wird letzteres vollkommen verbrannt, wobei sich, wenn dasselbe in Holzkohle oder Kohk besteht, hauptsächlich nur Kohlensäure erzeugt, welche sich mit dem Stickstoff der atmospärischen Luft mengt. Da diese jedoch stets einen Gehalt von hygroskopischer Feuchtigkeit besitzt, so entsteht zugleich durch Zersetzung des Wasserdampfes in Berührung mit der glühenden Kohle eine geringe Quantität Wasserstoff. Dieses Gasgemenge steigt nun aufwärts, und erleidet auf seinem Wege zur Gicht verschiedene Veränderungen. Einstweilen genügt es, zu wissen, daß, wie sich unmittelbar einsehen läßt, hierbei ein großer Theil der Kohlensäure in Kohlenoxydgas umgewandelt wird, und daß in dem etwas höher gelegenen Theile des Ofenschachtes aus dem Brennmateriale, selbst wenn es in Holzkohle oder Kohk besteht, größere oder geringere Mengen von Wasserstoff oder Kohlenwasserstoff durch trockene Destillation entwickelt werden. Diese rühren davon her, daß die bei der Verkohlung und Verkohkung angewendete Hitze nicht hinreicht, die letzten Antheile von Wasserstoff aus den Holzkohlen und Kohks zu entfernen. Durch die auf solche Weise bewirkte verschiedenartige Zusammensetzung des Gichtgasstromes an verschiedenen Stellen der Schachthöhe wird es bei der Untersuchung von Gichtgasen nothwendig, dieselben in mehreren Höhen über der Form aufzufangen. Bei den folgenden Analysen findet man daher angegeben, aus welchem Theile des Schachtes die analysirten Gichtgase abgeleitet wurden. Ferner sind noch mehrere andere Umstände auf die Zusammensetzung der Gichtgase von Einfluß, unter denen hier nur:

1) die Temperatur der durch die Form (oder eigentlich Düse) in den Ofen strömenden gepreßten Luft; und
2) der Grad der Pressung (Kompression) dieses Luftstromes

erwähnt werden mögen. Auch dieser beiden Umstände muß daher bei der Angabe der Zusammensetzung von Gichtgasen gedacht werden.

Bunsen war der Erste, welcher die Gichtgase einer Analyse unterwarf. Er bediente sich hierbei der eudiometrischen Methode, welche zufolge seiner und Playfair's Erfahrungen*) zu solchen Bestimmungen geeigneter ist, als die von Ebelmen in Anwendung gebrachte, bei welcher der Liebig'sche Apparat (zur Analyse organischer Stoffe) benutzt wird.

Bunsen's Untersuchungen, welche die Holzkohlen-Gichtgase des Eisenhohofens zu Veckerhagen im Hessischen betrafen, ergaben folgende Resultate:

*) S. die mehrfach citirte Abhandlung von Bunsen und Playfair in der berg- und hüttenmänn. Zeitung von 1848, Nro. 1 u. f. f. Hier findet man auch die revidirte Tabelle über die Zusammensetzung der Veckerhagener Gichtgase. — Die frühere war nicht richtig berechnet.

Die Gase wurden entnommen in einer Höhe über der Form von	Zusammensetzung der Gichtgase in 100 Volum-Theilen.						
	5 3/4 F.	8 3/4 F.	11 3/4 F.	13 1/4 F.	14 3/4 F.	16 1/4 F.	17 3/4 F.
Stickstoff	64,58	61,45	63,89	62,47	66,29	62,25	62,34
Kohlensäure	5,79	7,57	3,60	3,44	3,32	11,14	8,77
Kohlenoxyd	26,51	26,99	29,27	30,08	25,77	22,24	24,20
Kohlenwasserstoff	1,88	3,84	1,07	2,24	4,04	3,10	3,36
Wasserstoff	1,06	0,15	2,17	1,77	0,58	1,27	1,33
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00.

Der Hohofen zu Veckerhagen besitzt von der Form zur Gicht eine Höhe von 20 3/4 F. Die Temperatur der Gebläseluft betrug während der Aufsammlung der Gase 150° bis 300° C., und die Pression desselben war = 16 — 17 Z. Wasserdruck.

Die Holzkohlengichtgase des Eisenhohofens zu Clerval haben nach Ebelmen's Untersuchungen folgende Zusammensetzung nach dem Volum:

Höhe über der Form:	8 F.	9 1/2 F.	13 1/3 F.	17 1/2 F.	22 1/2 F.	25 1/2 F.
Stickstoff	63,07	60,54	59,14	58,15	57,80	57,79
Kohlensäure	0,00	2,23	8,86	13,76	13,96	12,88
Kohlenoxyd	35,01	33,64	28,18	22,65	22,24	23,51
Wasserstoff	1,92	3,59	3,82	5,44	6,00	5,82
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00.

Die Höhe des Hohofens von Clerval von der Form zur Gicht beträgt 25 1/2 F. Die Wind-Temperatur während der Aufsammlung der Gase war 175° — 190° C., und die mittlere Pression = 7,57 Linien Quecksilberdruck.

Langberg's und Scheerer's Untersuchungen der Holzkohlen-Gichtgase des norwegischen Hochofens zu Bärum haben ergeben:

Höhe über der Form:	10 F.	13 F.	15 1/2 F.	18 F.	20 1/2 F.	23 F.
Stickstoff	64,97	66,12	64,28	63,20	62,65	64,43
Kohlensäure	5,59	8,50	4,27	12,45	18,21	22,20
Kohlenoxyd	26,38	20,28	29,17	18,57	15,33	8,04
Kohlenwasserstoff	0,00	1,18	1,23	1,27	1,28	3,87
Wasserstoff	2,96	3,92	1,05	4,51	2,53	1,46
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00.

Der Hohofen von Bärum ist von Form bis Gicht 28 F. hoch. Während der Aufsammlung der Gase betrug die Windtemperatur 200° — 230° C., und die Pression 14 Linien Quecksilberdruck.

Da das verschiedene Verhältniß der brennbaren Bestandtheile zu den nicht

brennbaren einen verschiedenen Wärmeeffekt der Gichtgase bedingt, so ist es nicht gleichgiltig, an welchem Punkte der Schachthöhe man dieselben zur Benutzung als Brennmaterial ableitet. Dieser Punkt würde durch das Maximum des Wärmeeffektes der Gase gegeben seyn, wenn hierbei nicht zugleich auf einen andern Umstand Rücksicht genommen werden müßte. Die Gichtgase sind nämlich nichts weniger als nutzlos für diesen Prozeß selbst zu betrachten, sondern ihr Aufsteigen innerhalb der Beschickungssäule ist von wesentlichem Einfluß auf das Gelingen desselben. Besonders in dem untern Theile des Schachtraums spielen die Gichtgase eine sehr wichtige Rolle, und man darf sie daher dem Ofen nicht eher entziehen, bis ihre Gegenwart weniger nothwendig geworden ist. Zufolge Erfahrung und Theorie ist dies etwa in dem oberen Drittel des Schachtes der Fall. Aus diesem Grunde würde man daher die Gichtgase beim Hohofen von Veckerhagen etwa in einer Höhe von 13 $^1/_4$ F. über der Form ableiten müssen, beim Hohofen von Clerval in einer Höhe von 17 $^1/_2$ F., und beim Hochofen von Bärum in einer Höhe von 15 $^1/_2$ — 18 Fuß. Zwar sollte die Ableitung bei letzterem Ofen, der von der Form bis zur Gicht einen nicht unbeträchtlich größeren Wärmeeffekt besitzen,*) so würde man sich in diesem Falle vielleicht nicht ganz streng an obige Regel binden. Höher hinauf, als ungefähr zwei Drittel der Schachthöhe über der Form, leitet man die Gichtgase hauptsächlich deswegen nicht ab, weil sie sich hier mit dem Wasserdampfe mengen, welcher sich aus der noch nicht vollkommen durchwärmten Beschickung entwickelt. Zufolge Ebelmen's Untersuchungen beläuft sich die prozentische Menge dieses Wasserdampfes bei den 5 Fuß unter der Gicht und höher aufgefangenen Gasen ungefähr auf 10 — 12 Volum-Proz. — Die zur Anwendung als Brennmaterial hauptsächlich in Betracht kommenden Gichtgase der drei in Rede stehenden Hohöfen sind also von folgender Zusammensetzung:

	Hohofen von:			
	Veckerhagen.	Clerval.	Bärum.	
			I. (15 $^1/_2$ F.)	II. (18 F.)
Stickstoff	62,47	68,15	64,28	63,20
Kohlensäure	3,44	13,76	4,27	12,45
Kohlenoxyd	30,08	22,65	29,17	18,57
Kohlenwasserstoff	2,24	0,00	1,23	1,27
Wasserstoff	1,77	5,44	1,05	4,51
	100,00	100,00	100,00	100,00.

*) Durch Berechnung findet man, daß zur Verbrennung der verschiedenen, aus dem Bärumer Hohofen abgeleiteten Gichtgasen folgende Sauerstoff-Quantitäten verbraucht werden:
Zu 100 Vol.-Thle. Gichtgas aus 10 F. 13 F. 15 $^1/_2$ F. 18 F. 20 $^1/_2$ F. 23 Fuß Höhe über der Form, werden verbraucht 14,7; 14,5; 17,6; 14,1; 11,5; 12,5 Vol.-Theile Sauerstoff. Der Maximum-Verbrauch von Sauerstoff findet also bei den Gichtgasen aus 15 $^1/_2$ F. Höhe Statt.

Die Zusammensetzung des Gases von Beckerhagen kommt der von Bärum I., und die des Gases von Clerval der von Bärum II. so nahe, daß wir uns bei den späteren hierauf bezüglichen Betrachtungen der entsprechenden Mittelwerthe dieser Zusammensetzungen bedienen können, nämlich:

	A. Beckerhagen und Bärum I. (Mittel.)	B Clerval und Bärum II. (Mittel.)
Stickstoff	63,4	60,7
Kohlensäure	3,9	13,1
Kohlenoxyd	29,6	20,6
Kohlenwasserstoff	1,7	0,6
Wasserstoff	1,4	5,0
	100,0	100,0.

Das erste dieser Gasgemenge möge mit „Holzkohlen-Gichtgas A", und das zweite mit „Holzkohlen-Gichtgas B" bezeichnet werden. Die angegebene Zusammensetzung derselben bezieht sich auf das Volum; ihre Zusammensetzung nach dem Gewichte ergibt sich daraus, wie folgt:

	A.	B.
Stickstoff	63,4	59,7
Kohlensäure	5,9	19,4
Kohlenoxyd	29,6	20,2
Kohlenwasserstoff	1,0	0,3
Wasserstoff	0,1	0,4
	100,0	100,0.

Ebelmen's Analysen der Koaksgichtgase aus den Hohöfen von Vienne und Pont l'Evêque haben zu folgenden Resultaten geführt. Die Gase aus dem ersten Ofen wurden in 4, die aus dem zweiten in 6 verschiedenen Höhen über der Form abgeleitet.

Gase aus dem Hohofen von Vienne:

Höhe über der Form:	2. F.	17¼ F.	28 F.	31¼ F.
Stickstoff	61,07.	64,66.	63,59.	60,70.
Kohlensäure	0,68.	0,57.	2,77.	11,58.
Kohlenoxyd	36,84.	33,39.	31,83.	25,24.
Wasserstoff	1,41.	1,38.	1,81.	2,48.
	100,00.	100,00.	100,00.	100,00.

Gase aus dem Hohofen Pont l'Evêque:

Höhe über der Form:	$^2/_3$ F.	1 F.	2 F.	$10^3/_4$ F.	$22^1/_2$ F.	$33^1/_2$ F.
Stickstoff	75,10.	71,20.	62,70.	64,47.	62,72.	62,47.
Kohlensäure	8,11.	5,87.	0,16.	0,17.	0,68.	7,15.
Kohlenoxyd	16,53.	22,25.	36,15.	34,01.	35,12.	28,37.
Wasserstoff	0,26.	0,68.	0,99.	1,35.	1,48.	2,01.
	100,00.	100,00.	100,00.	100,00.	100,00.	100,00.

Höhe des Hohofens von Vienne von der Form bis zur Gicht = $31^1/_4$ Fuß, Temperatur der Gebläseluft = 220 — 250° C., Pression derselben = 0,04 M. Quecksilberdruck. — Höhe des Hohofens von Pont l'Evêque von der Form bis zur Gicht = $33^1/_2$ F.; Temperatur der Gebläseluft = 130° C., Pression derselben = 0,026 — 0,030 Quecksilberdruck.

Die Stelle, an welcher die Gichtgase aus diesen beiden Hohöfen abzuleiten wären, würde bei dem ersteren etwa 20 Fuß und bei dem andern 22 F. über der Form zu liegen kommen. Da bei dem Ofen von Vienne keine Gase aus einer solchen Höhe untersucht wurden, so müssen wir uns an die Zusammensetzung der Gase aus $17^1/_4$ F. Höhe halten. Es kommen also folgende zwei Gasgemenge in Betracht, aus denen wir, wegen ihrer sehr ähnlichen Zusammensetzung, das Mittel nehmen.

	Vienne.	Pont l'Evêque.	Mittel.
Stickstoff	64,66.	62,72.	63,7.
Kohlensäure	0,57.	0,68.	0,6.
Kohlenoxyd	33,39.	35,12.	34,3.
Wasserstoff	1,38.	1,48.	1,2.
	100,00.	100,00.	100,00.

Dieser mittleren Zusammensetzung nach dem Volum entspricht folgende Zusammensetzung nach dem Gewichte:

Stickstoff	64,4.
Kohlensäure	0,9.
Kohlenoxyd	34,6.
Wasserstoff	0,1.
	100,0.

Die Steinkohlen-Gichtgase des Hohofens zu Alfreton wurden von Bunsen und Playfair aus 9 verschiedenen Höhen über der Form abgeleitet, und alle diese Gase von ihnen analysirt. Die Resultate waren:

Höhe über der Form	2 3/4 Fuß.	12 3/4 Fuß.	13 3/4 Fuß.	16 3/4 Fuß.	19 3/4 Fuß.	22 3/4 Fuß.	25 3/4 Fuß.	28 3/4 Fuß.	31 3/4 Fuß.
Stickstoff	58,05	56,75	58,28	60,46	55,49	50,95	52,57	54,77	55,35
Kohlensäure	—	10,08	8,19	10,83	12,43	9,10	9,41	9,42	7,77
Kohlenoxyd	37,43	25,19	26,97	19,48	18,77	19,32	23,16	20 24	25,97
Kohlenwasserstoff	—	2,33	1,64	4,40	4,31	6,64	4,58	8,23	3,75
Wasserstoff	3,18	5,65	4,92	4,83	7,62	12,42	9,33	6,49	6,73
Oelbildendes Gas	—	—	—	—	1,38	1,57	0,95	0,85	0,43
Cyan	1,34	Spur	Spur	—	—	—	—	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Der Hohofen zu Alfreton ist, von der Form bis zur Gicht, 36 3/4 F. hoch. Die Gebläseluft war bis 330° C. erwärmt, und hatte 6,75 Z. Quecksilberdruck.

Die zweckmäßigste Stelle zur Ableitung der Gichtgase aus diesem Ofen, würde etwa 22 3/4 F. über der Form zu liegen kommen, woselbst die Gase eine Zusammensetzung haben von:

Stickstoff	50,95
Kohlensäure	9,10
Kohlenoxyd	19,32
Kohlenwasserstoff	6,64
Wasserstoff	12,42
Oelbildendes Gas	1,57
	100,00.

Die entsprechende Zusammensetzung nach dem Gewichte ist:

Stickstoff	56,3
Kohlensäure	15,2
Kohlenoxyd	21,5
Kohlenwasserstoff	4,2
Wasserstoff	1,0
Oelbildendes Gas	1,8
	100,0.

Die Zusammensetzung der aus gleichem Brennmaterial, aber in verschiedenen Generatoren, erzeugten Gase ist geringeren Verschiedenheiten unterworfen, als die der Gichtgase, welche aus einerlei Brennmaterial in verschiedenen

Hohöfen gewonnen werden, was daher rührt, daß es bei der Erzeugung der ersteren allein auf die zweckmäßige Beschaffenheit des Gases selbst abgesehen ist, während man die Gichtgase nur als ein Nebenprodukt erhält, dessen Zusammensetzung durch manchfache, durch den Schmelzprozeß bedingte, Umstände modifizirt wird. Die folgenden Analysen von Generatorgasen haben, daher eine mehr allgemeine Gültigkeit, als solches bei Analysen von Gichtgasen einzelner Hohöfen der Fall sein kann.

Generator-Gase aus Holzkohlen.

	1.	2.	3.	Mittel.	mittlere Zusammensetzung nach d. Gew.
Stickstoff	63,37.	62,38.	64,47.	63,41.	64,9.
Kohlensäure	0,45.	0,59.	0,50.	0,51.	0,8.
Kohlenoxyd	33,63.	32,74.	33,51.	33,29.	34,1.
Wasserstoff	2,55.	4,29.	1,52.	2,79.	0,2.
	100,00.	100,00.	100,00.	100,00.	100,00.

Generator-Gase aus Holz.

Erste Art.

	1.	2.	3.	Mittel aus 2. und 3.	
Stickstoff	51,54.	50,72.	49,48.	50,11.	53,2.
Kohlensäure	9,55.	6,67.	7,80.	7,23.	11,6.
Kohlenoxyd	29,45.	32,21.	32,59.	32,40.	34,5.
Wasserstoff	9,46.	10,39.	10,13.	10,26.	0,7.
	100,00.	100,00.	100,00.	100,00.	100,00.

Zweite Art.

	1.	2.	3.	Mittel.	
Stickstoff	51,34.	49,14.	49,64.	49,97.	55,5.
Kohlensäure	12,70.	13,43.	13,27.	13,20.	22,0.
Kohlenoxyd	18,86.	18,60.	19,48.	18,98.	21,2.
Wasserstoff	17,10.	18,83.	17,61.	17,85.	1,3.
	100,00.	100,00.	100,00.	100,00.	100,00.

Generatorgase aus Torf.

	1.	2.	Mittel.	
Stickstoff	64,13.	58,81.	61,47.	63,1.
Kohlensäure	7,32.	10,79.	9,06.	14,0.
Kohlenoxyd	22,63.	21,04.	21,83.	22,4.
Wasserstoff	5,92.	9,36.	7,64.	0,5.
	100,00.	100,00.	106,60.	109,00.

Generatorgase aus Koaks.

	1.	2.	Mittel.	
Stickstoff	64,64	63,63	64,14	64,8
Kohlensäure	0,80	0,91	0,85	1,3
Kohlenoxyd	33,31	33,76	33,53	33,8
Wasserstoff	1,25	1,70	1,48	0,1
	100,00	100,00	100,00	100,00

In Bezug auf die gänzliche Abwesenheit des Grubengases, welche sich zufolge der Ebelmen'schen Untersuchungen bei allen diesen Gasgemengen herausstellt, gilt das bereits oben Bemerkte; daß nämlich die Ursache hiervon in der geringeren Vollkommenheit der von Ebelmen angewendeten analytischen Methode zu suchen sein dürfte. Da jedoch die auf solche Weise übersehenen Kohlenwasserstoff-Mengen wahrscheinlich nur gering sind, so kann dieser Fehler keinen erheblichen Einfluß auf die Resultate ausüben, welche wir bei der Berechnung des Wärmeeffektes der gasförmigen Brennmaterialien aus den Ebelmen'schen Analysen ableiten werden. — Von den aus Holz dargestellten Generatorgasen findet man in der vorstehenden Zusammenstellung zwei Arten von sehr verschiedenen Verhältnissen der Bestandtheile angegeben. Dieselben wurden aus gleichem Material, aber in Generatoren von wesentlich verschiedener Konstruktion erzeugt, nämlich die erste Art in einem gewöhnlichen, die andere in einem Generator mit sogenannter „umgekehrter Verbrennung" (combustion renversée). Dieser Apparat hat den Zweck, das Holz möglichst vollständig in brennbare Gase zu zerlegen, also die Bildung von Theer u. s. w. zu verhindern.

Zur nachfolgenden Berechnung des Wärmeeffekts der gasförmigen Brennmaterialien gewährt es eine Erleichterung, die Zusammensetzungen der unter ihnen am meisten in Betracht kommenden, leicht übersehen zu können, weswegen man dieselben hier zusammengestellt findet. Das Verhältniß der Bestandtheile ist dabei nur dem Gewichte nach angegeben, da die Zusammensetzung nach dem Volum für unsren Zweck von keiner Wichtigkeit ist.

	Gichtgase aus: Holzkohlen. A.	B.	Koaks.	Steinkohlen.
Stickstoff	6,34	59,7	64,4	56,3
Kohlensäure	5,9	19,4	0,9	15,2
Kohlenoxyd	29,6	20,2	34,6	21,5
Kohlenwasserstoff	1,0	0,3	—	4,2
Wasserstoff	0,1	0,4	0,1	1,0
Oel bildendes Gas	—	—	—	1,8
	100,0	100,0	100,0	100,0

Generatorgase aus:

	Holzkohlen.	Holz. I.	Holz. II.	Torf.	Kohle.
Stickstoff	64,9.	53,2.	55,5.	63,1.	64,8.
Kohlensäure	0,8.	11,6.	22,0.	14,0.	1,3.
Kohlenoxyd	34,1.	34,5.	21,2.	22,4.	33,8.
Wasserstoff	0,2.	0,7.	1,3.	0,5.	0,1.
	100,0.	100,0.	100,0.	100,0.	100,0.

Absoluter Wärmeeffekt der gasförmigen Brennmaterialien. — Um den absoluten Wärmeeffekt dieser Gasgemenge, mit dem des Kohlenstoffes = 1 verglichen, zu berechnen, kommt es nur darauf an, zu ermitteln, welches Sauerstoff-Quantum jeder der 9 Gasgemenge zu seiner vollständigen Verbrennung bedarf, zu einer Verbrennung nämlich, bei welcher alles Kohlenoxyd in Kohlensäure, aller Kohlenwasserstoff in Kohlensäure und Wasser, und aller Wasserstoff in Wasser umgewandelt wird. Die hierzu nöthigen Sauerstoffmengen, welche man leicht aus den Atomgewichten dieser Gase ableiten kann, sind:

1. für 1 Gewthl. Kohlenoxyd 0,57 Gewthl. Sauerstoff,
2. für 1 Gewthl. Kohlenwasserstoff 4 Gewthl. Sauerstoff,
3. für 1 Gewthl. Wasserstoff 8 Gewthl. Sauerstoff, und
4. für 1 Gewthl. ölbildendes Gas 3,43 Gewthl. Sauerstoff.

Aus diesen Daten ergibt sich:

Gichtgase.

1	Gewthl.	Holzkohlengas A	erfordert	zu	seiner	Verbr.	0,217	Gewthl.	Sauerst.
1	„	„ B	„	„	„	„	0,149	„	„
1	„	Koaksgas	„	„	„	„	0,205	„	„
1	„	Steinkohlengas	„	„	„	„	0,432	„	„

Generatorgase.

1	Gewthl.	Holzkohlengas	erfordert	zu	seiner	Verbr.	0,210	Gewthl.	Sauerst.
1	„	Holzgas I.	„	„	„	„	0,253	„	„
1	„	Holzgas II.	„	„	„	„	0,225	„	„
1	„	Torfgas	„	„	„	„	0,168	„	„
1	„	Koaksgas	„	„	„	„	0,201	„	„

Da nun 1 Gewthl. Kohlenstoff zu seiner vollständigen Verbrennung 2,67 Gewthl. Sauerstoff gebraucht, so erhält man die gesuchten absoluten Wärmeeffekte, wenn man die eben angegebenen Sauerstoff-Quantitäten durch 2,67 dividirt.

Gichtgase.

	absoluter W.-Eff.
Holzkohlengas A	0,081
" B	0,060
Koaksgas	0,077
Steinkohlengas	0,162
Generatorgase.	
Holzkohlengas	0,079
Holzgas I.	0,095
" II.	0,084
Torfgas	0,063
Koaksgas	0,075

Specifischer Wärmeeffekt der gasförmigen Brennmaterialien. — Der specifische Wärmeeffekt der gasförmigen Brennmaterialien wird gefunden, wenn man das specifische Gewicht jedes derselben (im Vergleich zu dem des Wassers = 1) berechnet, und es mit dem absoluten Wärmeeffekt des betreffenden Gasgemenges multiplizirt. Da aber das spezifische Gewicht der meisten dieser Gase nur sehr wenig von dem der atmosphärischen Luft abweicht, so kann man sich hierbei durchgängig des spezifischen Gewichtes der letzteren bedienen, welches, das des Wassers = 1 gesetzt, = 0,0013 in Rechnung zu bringen ist. Man erhält auf diese Weise folgende Werthe, die sich auf den spezifischen Wärmeeffekt des Kohlenstoffes = 1 beziehen.

Gichtgase.

	Spez. W.-Eff.
Holzkohlengas A	0,000105
" B	0,000078
Koaksgas	0,000100
Steinkohlengas	0,000211
Generatorgase.	
Holzkohlengas	0,000103
Holzgas I.	0,000124
" II	0,000109
Torfgas	0,000082
Koaksgas	0,000098.

Der spezifische Wärmeeffekt der gasförmigen Brennmaterialien ist also außerordentlich gering. Vergleicht man ihn mit dem der festen, so findet man durch eine einfache Berechnung, daß z. B. 1 Kubikzoll gewöhnlicher Holzkohle bei der Verbrennung etwa eben so viel Wärme entwickelt, wie 1 Kub.-Fuß Holzkohlengas, 1 Kubikzoll Anthrazit aber so viel wie 1 Kubikelle dieses Gases.

Pyrometrischer Wärmeeffekt der gasförmigen Brennmaterialien. — Die Berechnung des pyrometrischen Wärmeeffekts der gasförmigen Brennmaterialien wird dadurch bedeutend vereinfacht, wenn man die vorhin angegebene Zusammensetzung der Gasgemenge einer Umformung aus folgendem Gesichtspunkte unterwirft: Da 1 Gewichttheil Kohlenoxyd aus 0,43 Gewichttheil Kohlenstoff und 0,57 Gewichttheil Sauerstoff besteht, letztere aber 0,215 Gewthl. Kohlenstoff bedürfen, um damit Kohlensäure zu bilden, so kann man 1 Gewthl. Kohlenoxyd zusammengesetzt betrachten aus 0,785 Gewthl. Kohlensäure und 0,215 Gewthl. Kohlenstoff. Ein solches Gemenge wird denselben Wärmeeffekt besitzen, wie ein Gewthl. Kohlenoxyd. Zerlegt man auf solche Weise das in jedem jener Gasgemenge enthaltene Kohlenoxyd in Kohlensäure und Kohlenstoff, und rechnet letzteren zu dem im Kohlenwasserstoffgase enthaltene Kohlenstoffe, während man den Wasserstoff dieses Gases zu dem im Gasgemenge vorhandenen freien Wasserstoffe addirt, so erhält man als Bestandtheile der gasförmigen Brennmaterialien, außer Stickstoff und Kohlensäure, nur Kohlenstoff und Wasserstoff, was die Berechnung erleichtert. Diese vorbereitende Umformung ist in dem Folgenden ausgeführt.

Es läßt sich betrachten:	als zusammengesetzt aus:			
	Stickst.	Kohlensf.	Kohlenst.	Wasserst.
(Gichtgase.)				
1 Gewthl. Holzkohlengas A.	0,634	0,291	0,071	0,004
1 „ „ B.	0,597	0,351	0,047	0,005
1 „ Koaksgas	0,644	0,279	0,076	0,001
1 „ Steinkohlengas.	0,563	0,320	0,094	0,023
(Generatorgase.)				
1 „ Holzkohlengas	0,649	0,274	0,075	0,002
1 „ Holzgas I.	0,532	0,385	0,076	0,007
1 „ „ II.	0,555	0,385	0,047	0,013
1 „ Torfgas	0,631	0,315	0,049	0,005
1 „ Koaksgas	0,648	0,277	0,074	0,001

Mit Zugrundlegung dieser Verhältnisse der Bestandtheile, sind die folgenden pyrometrischen Wärmeeffekte berechnet, und es sind dabei angenommen worden 1. die spezifische Wärme des Stickstoffes = 0,275; 2. die spezifische Wärme der Kohlensäure = 0,221; und 3. die specifische Wärme des Wasserdampfes = 0,847. Stickstoff und Kohlensäure wurden dabei als Körper in die Formel eingeführt, welche sich bei der Verbrennung der übrigen mit 0 Sauerstoff verbinden.

Gichtgase.

	pyrometr. W.=Eff.
Holzkohlengas A	1255° C.
„ B	1075 „
Koaksgas	1265 „
Steinkohlengas	1480 „
Generatorgase.	
Holzkohlengas	1260 „
Holzgas I.	1325 „
„ II.	1165 „
Torfgas	1070 „
Koaksgas	1240 „

Von den Gichtgasen der Mansfelder und Freiberger Schachtöfen wurde bemerkt, daß sie sich, wegen ihres geringeren Wärmeeffekts, weniger zu einer Benutzung eignen, als die Gase der Eisenhohöfen. Durch folgende Berechnung wird dies dargethan werden. Zufolge Bunsen's und Heine's Analysen der Mansfelder Gichtgase kann die mittlere Zusammensetzung derselben in runder Zahl angenommen werden zu etwa:

	(Vol.=Thl.)
Stickstoff	66
Kohlensäure	16
Kohlenoxyd	16
Kohlenwasserstoff	1
Wasserstoff	1
	100

Der hieraus berechnete pyrometrische Wärmeeffekt ist = 880° C. Zuweilen scheinen jedoch diese Gase fast gänzlich frei von Kohlenwasserstoff und Wasserstoff zu sein, dafür aber eine so viel größere Menge Kohlenoxyd (18 Proz.) zu enthalten. In diesem Falle beträgt ihr pyrometrischer Wärmeeffekt 745° C. Die mittlere Zusammensetzung der Freiberger Gichtgase läßt sich, nach Kersten's Analysen, in runden Zahlen annehmen zu:

	(Vol.=Thl.)
Stickstoff	72
Kohlensäure	14
Kohlenoxyd	10
Kohlenwasserstoff	2
Wasserstoff	2
	100

was einem pyrometrischen Wärmeeffekte von 820° C. entspricht. Alle diese Gase wurden aus Koaks und bei Anwendung erhitzter Gebläseluft erzeugt; ihre Ableitung geschah 4—7 F. unter der Gicht. Bei Anwendung von Holzkohlen und kalter Gebläseluft erhält man Gase, deren pyrometrischer Wärmeeffekt dem der Gichtgase aus den Eisenhohöfen näher kommt.

Anmerkung in Bezug auf die Berechnung der Wärmeeffekte der gasförmigen Brennmaterialien. — Wir haben bei den vorhergehenden Berechnungen angenommen, das Welter'sche Gesetz — gleiche Sauerstoffmengen erzeugen bei der Verbrennung gleiche Wärme-Quantitäten — erleide in keinem der betreffenden Fälle eine Ausnahme; jedoch bedarf die Anwendbarkeit dieses Gesetzes auf die gasförmigen einer näheren Beleuchtung. Nach Dalton's direkten Bestimmungen ist der absolute Wärmeeffekt des

	Wärmeeinh.
Kohlenoxydes	1857
Kohlenwasserstoffs $C\,H^4$	6375
ölbildenden Gases	6600

Berechnet man die absoluten Wärmeeffekte, so findet man da 1 Gewthl. dieser Gase resp. 0,57 Gewthl., 4 Gewthl. und 3,43 Gewthl. Sauerstoff zu seiner vollständigen Verbrennung gebraucht — folgende Werthe:

	Wärmeeinh.
Kohlenoxyd	1710
Kohlenwasserstoff	12000
ölbildendes Gas	10290

Zwischen den berechneten und den durch Versuche ermittelten absoluten Wärmeeffekten zeigen sich also mehr oder weniger bedeutende Differenzen. Nimmt man auch an, daß die beim Kohlenoxydgase stattfindende Abweichung (1,09 : 1) von den bei Versuchen dieser Art äußerst schwer zu entgehenden Ungenauigkeiten herrührt, so ist doch der Unterschied beim ölbildenden, noch mehr aber beim Kohlenwasserstoff, allzu bedeutend, als daß hier eine solche Annahme gestattet werden könnte. Der erfahrungsmäßige absolute Wärmeeffekt des ersten beträgt 0,62, und der des anderen 0,53 des berechneten Effektes. Trotz dieser großen Unterschiede ergiebt sich hieraus aber kein erheblicher Einfluß auf die Berechnungen, indem Gicht- und Generatorgase nur geringe Quantitäten Kohlenwasserstoff und, mit Ausnahme des Steinkohlengases, durchaus kein ölbildendes Gas enthalten. So z. B. ist, wenn der absolute Wärmeeffekt des Kohlenstoffs = 1 gesetzt wird,

	nach der Welter'schen Theorie.	zufolge Dalton's Bestimmung.
der absolute W.-Eff. des Holzkohlengases A	0,081	0,081
der spez. „ dieses Gases	0,000105	0,000104
der pyrom. „ „ „	1255° C.	1240° C.

Nur beim Steinkohlengase treten, da dasselbe sowohl eine bedeutende Quantität Kohlenwasserstoff (4,2 Proz.) als auch ölbildendes Gas (1,8 Proz.) enthält, beträchtlichere Veränderungen ein, wenn wir die Dalton'schen Erfahrungen in Anwendung bringen. Es ist nämlich

	nach der Welter'schen Theorie.	zufolge Dalton's Bestimmung
der absolute W.-Eff. des Steinkohlengases	0,162	0,128
der spez. „ dieses Gases	0,000211	0,000166
der pyrom. „ „ „	1480° C.	1120° C.

Wenn sich daher auch das Welter'sche Gesetz, nach Dalton's Versuchen, in einigen Fällen als unrichtig erweist, so können diese bei der Berechnung der Wärmeeffekte der Brennmaterialien, mit Ausnahme des Steinkohlengases und ähnlicher Gasgemenge, ohne erheblichen Fehler übersehen werden.

Von einer andern Seite her droht der Anwendbarkeit der Welter'schen Theorie ein schlimmerer Feind. Wir haben früher gesehen, daß dieselbe zunächst darauf basirt ist, daß 1 Gewthl. Sauerstoff eben so viel Wärme erzeugt, wenn er mit einer entsprechenden Quantität Wasserstoff zu Wasser, als wenn er mit Kohlenstoff zu Kohlensäure verbrennt. Dieser auf den Untersuchungen von Lavoisier, Clément und Despretz fußende Erfahrungssatz scheint durch neuere Versuche von Dulong gänzlich über den Haufen gestürzt zu werden, wie sich aus folgender Zusammenstellung ergibt:

Absoluter Wärmeeffekt des Wasserstoffs in Wärme-Einh.	23400 Lavoisier.
	22125 Clément.
	23640 Despretz.
	34800 Dulong*)

Der absolute Wärmeeffekt des Wasserstoffs, welcher nach Lavoisier, Clément und Despretz annähernd das Dreifache von dem des Kohlenstoffes beträgt, ist folglich nach Dulong $4\frac{1}{2}$ mal so groß, als der des letztern. Daß

*) Durch Verbrennung von 1 Litre Wasserstoff wurden 3111 Grammes Wasser um 1° C. erwärmt. Da nun 1 Litre Wasserstoff 0,0893 Grm. wiegt, so ist folglich der absolute Wärmeeffekt des Wasserstoffs $= \frac{3111}{0,0893} = 34800$ W.-Einh.

die unter sich sehr nahe übereinstimmenden Resultate der drei älteren Beobachter in einem solchen Grade unrichtig sein sollten, läßt sich fast nicht annehmen. Trotz Dulong's anerkannter Genauigkeit, können wir dessen Beobachtungen im gegenwärtigen Falle vor der Hand kein volles Zutrauen schenken, und zwar um so weniger, als das Detail der Dulong'schen Versuche bisher nicht bekannt geworden ist.*) Sollten wiederholte Arbeiten über diesen Gegenstand gleichwohl beweisen, daß die von Dulong ermittelten absoluten Wärmeeffekte die richtigen sind, so würde dies große Veränderungen in den berechneten Wärmeeffekten der gasförmigen Brennmaterialien zur Folge haben. Außer der so eben angeführten, beim Wasserstoff stattfindenden Abweichung, ergeben sich aus Dulong's Arbeit noch folgende andere:

	absol. W.-Eff. in W.-Einh. nach Dulong.**)	n. d. Welter'-schen Theorie.
Kohlenoxyd	2466	1710
Kohlenwasserstoff, CH^4	13260	12000
ölbildendes Gas	12000	10290

In Betreff des Kohlenwasserstoffs und ölbildenden Gases nähern sich Dulong's Beobachtungen dem Welter'schen Gesetze weit mehr, als die zuvor erwähnten von Dalton; beim Kohlenoxyd entfernen sie sich aber in hohem Grade von derselben. Wenn es auch einstweilen unentschieden bleiben muß, auf welcher Seite die Wahrheit liegt, so ist es jedenfalls von Interesse, zu erfahren, welche Veränderungen in den berechneten Wärmeeffekten der gasförmigen Brennmaterialien hervorgebracht werden, wenn wir die Dulong'schen Resultate dabei zu Grunde legen. Dies ist bei den folgenden Beispielen in Ausführung gebracht.

*) Dulong starb vor der Beendigung dieser Versuche. Unter seinen nachgelassenen Papieren fanden sich hierüber keine andere Daten, als eine Aufzeichnung der Hauptresultate, welche von Arago in den Comptes rendus 1838, 2ème sémestre, p. 871 veröffentlicht worden ist. Kurze Zeit vor seinem Tode hatte Dulong an Heß eine Mittheilung über einige allgemeine Gesetze gemacht, welche er damals aus den Resultaten jener Untersuchungen ableiten zu können glaubt. Auch diese Gesetze wurden an der citirten Stelle mitgetheilt. Sie lassen sich aber, wie auch Arago bemerkt, auf keine Weise mit den Resultaten der speziellen Fälle in Harmonie bringen, und es ist daher augenscheinlich, daß entweder jene Gesetze, oder die speziellen Resultate, eines Commentars bedürfen, ohne welchen es gewagt sein mögte, sich der einen oder der anderen zu bedienen.

**) Die absoluten Wärmeeffekte dieser Gase wurden aus Dulong's Angaben berechnet, daß 1 Litre jedes derselben die Temperatur von resp. 3100, 9600 und 15300 Grm. Wasser um 1° C. erhöht.

		Wärmeeffekt.		
		absoluter.	spezifischer.	pyrometr.
(Gichtgase.)				
Holzkohlengas A.	W.	0,081	0,000105	1250° C.
	D.	0,108	0,000140	1650 „
Holzkohlengas B.	W.	0,060	0,000078	1075 „
	D.	0,080	0,000104	1450 „
Koaksgas	W.	0,077	0,000100	1275 „
	D.	0,107	0,000139	1750 „
Steinkohlengas	W.	0,162	0,000211	1475 „
	D.	0,205	0,000267	1875 „
(Generatorgas.)				
Holzgas I.	W.	0,095	0,000124	1325 „
	D.	0,136	0,000177	1875 „

Während also die meisten Gicht- und Generatorgase durch Berechnung nach der Welter'schen Theorie (W.) einen pyrometrischen Wärmeeffekt von ungefähr 10000° — 1400° C. erhalten, liegt dieser Effekt, wenn man ihn nach Dulong's Versuchen berechnet, (D.), zwischen etwa 1600° und 1900° C., beträgt daher durchschnittlich 400° — 500° C. mehr. Die französischen Metallurgen nehmen den letzteren für den richtigen an.

B. Gewinnung der gasförmigen Brennmaterialien.

Gewinnung der Gichtgase. — Die Gewinnung der Gichtgase oder vielmehr die Ableitung derselben aus dem Schachte eines Hohofens ist bereits im Hauptwerke §. 87 beschrieben worden; weshalb wir hier um so eher darüber weggehen können, da die Hohofengase überhaupt eine weit geringere Wichtigkeit haben, als die nun folgenden Generatorgase.

Gewinnung der Generatorgase. — Zur Erzeugung der brennbaren Gase in Generatoren kann jedes feste Brennmaterial angewandt werden. In der Regel wählt man ein solches, dessen schlechtere Qualität es zur Benutzung auf gewöhnliche Art — als festes Brennmaterial — wenig oder gar nicht anwendbar macht. Holzabfälle, Holzkohlenklein, Torf, Braunkohlenklein und nicht backende Staubkohlen, sind geeignete Materialien hierzu. Ob es sich für gewisse Zwecke lohnen könne, auch die besseren und besten Sorten der festen Brennmaterialien in Gase umzuwandeln? ist eine Frage, deren Beantwortung nicht hieher gehört.

Das zur Darstellung der Generatorgase dienende Brennmaterial befindet

sich in einem schachtförmigen Raume übereinander gehäuft, und wird durch einen Luftstrom so weit verbrannt, daß die entweichenden Gase möglichst viel Kohlenoxyd enthalten. Wendet man Holzkohle oder Koak als Erzeugungsmaterial an, so bestehen die Gase, wie Ebelmen's Analysen zeigen, fast nur aus Kohlenoxyd und dem Stickstoff der verbrannten atmosphärischen Luft; bei der Anwendung von Holz, Torf, Braunkohle und Steinkohle enthalten sie dagegen zugleich auch Kohlensäure, Wasserstoff und Kohlenwasserstoff.

Alle bisher in Anwendung gebrachten Gas-Generatoren lassen sich in zwei Abtheilungen bringen, nämlich in Generatoren mit, und in solche ohne Gebläsevorrichtung.

Einen Generator ohne Gebläsevorrichtung von einer Konstruktion, welche Bischof (Hüttenmeister zu Mägdesprung im Harz) angegeben hat, zeigt die Figur 1, einen andern die Figur 2, Taf. VI. A des Hauptwerks und verweisen wir auf deren Beschreibung S. 111 u. ff.

Soll dieser Generator in Betrieb gesetzt werden, so bringt man eine Schicht glühender Kohlen auf den Rost, und füllt den ganzen Ofenraum bis unter den Deckel mit dem zur Gaserzeugung bestimmten Brennmaterial an. Da die Thüre d verschlossen ist, so dringt die Luft durch 3 in der Platte angebrachte Zugöffnungen (von 2 Zoll Durchmesser), und bewirkt die Ausbreitung des Feuers oberhalb des Rostes. In der Nähe des letzteren ist die Verbrennung mehr oder weniger vollständig, d. h. die Kohle wird zu Kohlensäure verbrannt. Indem aber diese aufwärts steigt und auf diesem Wege mit glühenden Holzkohlen in Berührung tritt, wandelt sie sich sehr bald in Kohlenoxyd um, so daß der Gasstrom etwa in der halben Höhe des Schachtes fast nur aus Kohlenoxyd und Stickstoff besteht, also auf die höher gelegenen Kohlen keinen chemischen Einfluß mehr ausüben kann. Durch den Schieber c regulirt man die Ausströmung der Gase in den Ableitungskanal e, und folglich auch den Luftzutritt durch die Oeffnungen der Platte, wie überhaupt den ganzen Verbrennungsprozeß. Je mehr Luft einströmt, desto mehr Gas wird sich in einem gegebenen Zeitraume erzeugen, desto mehr Kohlen werden aber auch konsumirt, und desto höher wird die Grenzzone zu liegen kommen, welche die nur kohlenoxyd- und stickstoffhaltigen Gase von den noch kohlensäurehaltigen trennt. Bei zu lebhaftem Luftzuge würde diese Zone so weit nach oben rücken, daß auch die in den Kanal eintretenden Gase noch kohlensäurehaltig, folglich von geringerem Brenneffekte sein würden. Um diesem Uebelstande zu entgehen, ist es nothwendig, das Innere des Ofens beobachten zu können, wozu die 3 Oeffnungen a, a, a dienen. Die Steine, wodurch dieselben verschlossen gehalten werden, kann man leicht herausziehen. Ist der Prozeß im guten Gange, so erblickt man durch die unterste dieser Oeffnungen die Kohlen in voller Gluth, während sie sich, durch die mittlere derselben betrachtet, weniger stark, und durch die

obere gar nicht glühend zeigen. Breitet sich die Gluth dagegen weiter nach oben aus, so wird ein kohlensäurehaltiges Gas erzeugt. Das Aufgeben neuer Kohlen, um die verbrannten zu ersetzen, geschieht in Zwischenräumen, welche durch die Verbrennung eines gewissen Kohlenquantums bestimmt werden. Ein solches Kohlenquantum befindet sich zwischen dem Deckel p und dem ungefähr $1^1/_4$ F. darunter angebrachten eisernen Schieber. Sobald man, bei normalem Gange des Prozesses, vermuthen kann, daß unterhalb dieses Schiebers hinreichender Raum für ein neues Aufgeben entstanden ist, so wird der Schieber zurückgezogen und alsbald wieder eingeschoben. Der Raum c wird hierdurch seiner Kohlen entleert, erhält aber sogleich wieder eine neue Ladung. Durch diese Art des Aufgebens erreicht man zweierlei Vortheile; man verhindert dadurch sowohl das Entweichen von Gasen bei der Aufhebung des Deckels p, als auch die Abkühlung des Ofens, welche erfolgen würde, wenn man die kalten Kohlen unmittelbar in den Schacht schütten wollte. Die zwischen Deckel und Schieber eingeschlossenen Kohlen werden erwärmt und zugleich ausgetrocknet. — Bei der Anwendung unverkohlter Brennmaterialien — Holz, Torf, Braunkohlen und Steinkohlen — zur Gaserzeugung, ist der Hergang ein ganz analoger. Welches dieser Brennmaterialien man auch anwendet, so wird dasselbe auf seinem Wege von der Gicht des Ofens nach dem Roste, allmälig in ein verkohltes umgewandelt, und unmittelbar über dem Roste gelangt fast nur Kohlenstoff zur Verbrennung. In den höher gelegenen Theilen des Ofenschachtes wird der Prozeß aber dadurch modifizirt, daß sich die flüchtigen Destillationsprodukte des betreffenden Brennmaterials mit dem aus Kohlenoxyd und Stickstoff bestehenden Gasstrome mischen. Da diese Produkte, wie wir früher gesehen haben, stets Kohlensäure enthalten, und da sich in den oberen kälteren Theilen des Schachtraumes keine Gelegenheit zur Umwandlung derselben in Kohlenoxydgas bietet, so werden folglich alle aus unverkohlten Brennmaterialien dargestellten Generator gase kohlensäurehaltig sein. Zugleich werden sie aber auch eine bedeutende Quantität Theer- und Wasserdämpfe bei sich führen, welche erstere, wenn sie nicht vor der Verbrennung zur Kondemsation gelangen, den Wärmeeffekt der Gase erhöhen, und welche letztere ihn erniedrigen.

Ein Generator mit Gebläsevorrichtung von einer Konstruktion, deren man sich nach Ebelmen's Vorschlage auf dem Eisenhüttenwerke Audincourt bedient hat, ist in Fig. 10, Taf. 1 abgebildet, sowie auch der Gasflammofen Fig. 1 derselben Tafel mit einem Generator versehen ist, der weiter unten beschrieben werden wird.

Die Einrichtung dieses Generators hat viel Aehnlichkeit mit der eines Eisenhohofens; nur sind die Dimensionen das erste bedeutend geringer. Die Höhe des Schachtraumes a, von der Sohle b bis zur Gicht, beträgt 2,95 Meter, die Höhe des ganzen Apparates 3,20 Meter. Am obern Ende der Rast, also an

der breitesten Stelle, hat der Schacht einen Durchesser von 1 M., am unteren Rastende einen Durchmesser von 0,25 M., und an der Gicht von 0,33 M. f, f sind zwei Formen, durch welche der Apparat mit Wind gespeist wird. Von der Gicht aus ragt eine gußeiserne Röhre 1,33 M. niederwärts in den Schachtraum, welche man während des Prozesses stets bis an ihre obere Mündung mit Brennmaterial, — zu Audincourt wendete man Holzkohlenklein an — gefüllt erhält. Die Gicht durch einen Deckel zu verschließen, ist nur dann nothwendig wenn das zur Gaserzeugung verwendete Brennmaterial aus größeren Stücken besteht, welche also größere Zwischenräume zwischen sich lassen. Kohlenklein bewirkt bereits für sich einen hinreichend dichten Verschluß, indem die Gase durch den Ableitungskanal k einen bequemeren Ausweg finden, als durch das dicht gefüllte Rohr r, — in dem Raume q q oberhalb der punktirten Linien — kein Brennmaterial befindet. — In Bezug auf den Verbrennungs- und Gaserzeugungs-Prozeß gilt bei den Generatoren mit Gebläse dasselbe, was bei den Generatoren ohne Gebläse hieüber angeführt wurde.

Wo es sich um die Darstellung bedeutender Quantitäten brennbarer Gase handelt, welche zugleich mit einer nicht geringen Geschwindigkeit ausströmen sollen, ist man genöthigt, sich der Generatoren mit Gebläse zu bedienen. Dies wird um so mehr erfordert, wenn das Gaserzeugungs-Material aus sehr kleinen Stücken besteht, oder wohl gar zum Theil pulverförmig ist, wodurch der Zug im Bischof'schen Generator allzu sehr geschwächt werden würde. Die Generatoren mit Gebläse gewähren zugleich den Vortheil, daß man die in ihnen erzeugten Gase mittelst niederwärts gehender Röhren nach dem Feuerherde leiten kann, wo sie verbrannt werden sollen, während der Bischof'sche Apparat eine derartige Gasableitung, durch welche der Zug zu sehr geschwächt werden würde, nicht zuläßt. Bei diesem ist es nothwendig, daß der Ort der Verbrennung der Gase in ungefähr gleichem Niveau mit dem Kanale k zu liegen kommt. Da aber die Höhe des Generators bis zu diesem Niveau nicht unbedeutend ist — sie beträgt bei dem in Fig. 10 dargestellten etwa 8 Fuß — und man den Feuerherd des betreffenden Ofens nicht gut in solcher Höhe über dem Erdboden anbringen kann, so ist man genöthigt, den Aschenfall und selbst einen Theil des Schachtes vom Generator unter der Hüttensohle anzulegen.

Obgleich die Erzeugung der brennbaren Gase an Bedingungen geknüpft ist, welche sich anscheinend sehr leicht erfüllen lassen, so ist man mit der zweckmäßigsten Konstruktion der Generatoren doch noch keineswegs auf dem Reinen. Die sich hierbei entgegenstellenden Schwierigkeiten sind hauptsächlich folgende:

1. Die Asche des zur Gaserzeugung angewendeten Brennmaterials häuft sich nach und nach im Schachte an, sintert auch wohl, besonders in den Gebläsegeneratoren, zusamme, und bewirkt auf solche Weise eine Schwächung und unregelmäßige Vertheilung des Luftstromes. Durch öfteres Reinigen des unteren

Ofenraumes kann dieser Uebelstand freilich beseitigt werden; allein während der hierzu nöthigen Manipulationen wird der normale Gang des Prozesses stets mehr oder weniger unterbrochen, was sich sogleich an der geringeren Hitzwirkung der verbrennenden Gase erkennen läßt. Auf einigen Hüttenwerken hat man daher mit dem Brennmateriale einen leichtflüssigen Zuschlag aufgegeben, welcher mit der Asche zusammenschmilzt und sie dadurch aus dem Wege schafft. Zu Audincourt wurden von Ebelmen auf 100 Volumtheile Brennmaterial $1^1/_2$ Volumtheile eines, aus gleichen Theilen Hohofenschlacke, Frischschlacke und eisenhaltigem Thone bestehenden Zuschlages zugesetzt. Der Erfolg war ein vollkommen günstiger. Die Asche schmolz mit dem Zuschlage zu einer leichtflüssigen Schlacke zusammen, welche durch eine unmittelbar über der Ofensohle ange- angebrachte Oeffnung abfloß. Bei den Generatoren ohne Gebläse ist diese Maßregel weniger anwendbar, aber auch weniger nothwendig, weil die Asche in ihnen nicht so leicht zur Sinterung gelangt. Der von Bischof auf der Mägdesprunger Hütte angewendete Generator, welcher mit Torf gespeist wurde, bedurfte täglich meist nur einer Reinigung.

2. Enthält das Brennmaterial pulverförmige Theile, wie es bei nicht gesiebtem Kohlenklein stets der Fall ist, so ist es schwer zu verhindern, daß ein Theil dieses Staubes bis in den Ableitungskanal (k), und von hier in den Ofen geblasen wird, was, wenn man die Gase zu einem oxydirenden Schmelzen benutzt, von nicht geringem Nachtheile ist. Bei den Generatoren ohne Gebläse zeigt sich dieser Uebelstand in geringerem Grade, als bei denen mit Gebläse, weshalb man letztere auf einigen Hüttenwerken mit Sammlungsräumen für den fortgerissenen Staub in Verbindung gesetzt hat. Da es aber, wie wir später sehen werden, zweckmäßig ist, die Gase aus dem Generator auf möglichst kurzem Wege an den Ort der Verbrennung zu führen, so ist jener verlängerte Weg nicht ohne Nachtheil.

3. Bedient man sich unverkohlter Brennmaterialien zur Gaserzeugung, so ist, wie oben erwähnt wurde, die Bildung von Theer- und Wasserdämpfen unvermeidlich. Die Theerdämpfe erhöhen den Wärmeeffekt der Gase, die Wasserdämpfe vermindern ihn. Die letzten ohne die ersten zu kondensiren, und nur diese an den Ort der Verbrennung gelangen zu lassen, ist nicht möglich; man läßt sie also beide in den Gasen, muß aber zu verhindern suchen, daß sie sich in dem Gasleitungskanale theilweise in flüssiger Form ausscheiden, was leicht Störungen im Gange des Prozesses nach sich ziehen könnte.

4. Es muß große Sorgfalt darauf verwendet werden, daß sowohl die Wände des Generators als die des Gasleitungskanales einen vollkommenen dichten Verschluß bilden. Finden unverbrannte Gase hier an irgend einer Stelle einen Ausweg in den Hüttenraum, so wird die damit geschwängerte Luft den Arbeitern sehr gefährlich. Nach Leblanc's Untersuchungen ist es das Kohlen-

oxydgas, welche bei der Einathmung jene gefährlichen Wirkungen auf den menschlichen Organismus ausübt, die man sonst gewöhnlich dem sogenannten „Kohlendampf zuzuschreiben pflegte.

5. Auf mehreren Hüttenwerken hat man mit Explosionen im Generator zu kämpfen gehabt, welche zuweilen so heftig waren; daß das Leben der Arbeiter dabei gefährdet wurde. Die Ursache dieser Explosionen kann wohl kaum eine andere sein, als daß sich explodible Gasgemenge bilden. An irgend einer Stelle des Generators muß sich daher Gelegenheit finden, daß sich atmosphärische Luft und brennbare Gase mit einander mengen können, ohne sogleich zur Verbrennung zu gelangen. Die hierzu erforderlichen Bedingungen kann man sich auf folgende Weise erfüllt denken: Wir wollen annehmen, im untern Theile des Generators sei eine theilweise Verstopfung eingetreten, welche entweder von angehäufter Asche oder von zu dicht liegendem (zum Theil staubförmigem) Brennmateriale herrühren kann. Hierdurch wird die Luft gehindert, den Schacht in normaler Schnelligkeit und Menge zu durchströmen; der Verbrennungsprozeß wird also mehr oder weniger gehemmt, und der obere Schachtraum in Folge davon abgekühlt. Endlich gelingt es aber der Luft, sich einen bequemeren Weg, gewissermaßen einen Kanal, nach oben zu bahnen; da sie diesen mit Heftigkeit verfolgt, so gelangt sie auf demselben nicht zur vollständigen Verbrennung, sondern bringt, noch unverzehrten Sauerstoff bei sich führend, in den Gasansammlungsraum, woselbst sie sich mit den nur wenig erhitzten Gasen mengt. Das gebildete Gasgemenge wird jedoch nicht sogleich ein explodibles, sondern erlangt diese Eigenschaft erst, wenn sein Sauerstoffgehalt eine *gewisse Grenze* überschritten hat. Verbessert sich der Gang des Prozesses nicht, so wird diese Grenze nach und nach erreicht; das explodible Gas gelangt an den Ort der Verbrennung, entzündet sich hier, und die Explosion verpflanzt sich bis in das Innere des Generators. Dieselbe Veranlassung zu Explosionen, wie sie im oberen Schachtraume stattfindet, kann auch im unteren eintreten. Dies wird geschehen, wenn sich hier zusammengesinterte Aschenmassen angehäuft haben, zwischen denen sich, da die Gebläseluft ganz in ihrer Nähe einströmt, ebenfalls solche explodible Gasgemenge bilden können. Die Explosionen in den Generatoren dürften sonach eine ganz ähnliche Ursache haben, wie das Schlagen oder Werfen der Meiler. Aus der dafür angegebenen Erklärung ergeben sich die Vorschriften zu ihrer Verhütung. Es ist klar, daß man bei einem regelmäßig aufsteigenden und gleichmäßig vertheilten Luftzuge durchaus keine Explosionen zu befürchten hat. Bei Anwendung nicht zu kleiner Holzkohlen werden sie im *Bischof*'schen Generator schwerlich jemals eintreten; in den Generatoren mit Gebläse können sie dagegen, durch Anhäufung zusammengesinterter Asche, bei allen Brennmaterialien vorkommen. Kohlenklein, von welchem die Lösche nicht abgesiebt wurde, so wie unverkohlte und aschenreiche Brennmaterialien, veranlassen ihre Entste-

hung am leichtesten. Ein Mittel zur gleichmäßigeren Vertheilung des Luftstromes in den Gebläsegeneratoren — also zur Verhütung von häufigen Explosionen — besteht darin, den Wind, wie in einem Sefström'schen Ofen durch eine größere Anzahl im Kreise liegender und in einiger Entfernung über der Ofensohle angebrachter Oeffnungen in den Schacht einströmen zu lassen. Dieses Mittels hat sich v. Scheuchenstuel auf der Stephanshütte in Steyermark, bedient, woselbst man Braunkohlenklein zur Gaserzeugung anwendete. Man läßt die Luft hier durch **12** Oeffnungen einströmen und entwickelt die Gase in **3** neben einander liegenden kleinen Generatoren, von denen stets **2** zu gleicher Zeit im Gange sind. Bei etwa entstehenden Unordnungen in dem einen Generator, kann dieser abgestellt und der dritte (Reserve-) Generator sogleich an dessen Stelle in Betrieb gesetzt werden. Durch diese gleichzeitige Entwickelung der Gase in zwei Generatoren von geringeren Dimensionen, anstatt in einem größeren, wird die Gefahr bei vielleicht doch nicht ganz vorzubeugenden Explosionen wenigstens vermindert. Daß ein die Asche verschlackender Zuschlag in dieser Hinsicht ebenfalls günstig wirken muß, erhellt aus dem bereits Angeführten. Gänzlich wird man die Explosionen wohl schwerlich je vermeiden können, sobald man sich der vorhin genannten, dieselben besonders begünstigenden Brennmaterialien bedient. Es ist daher gut, auf die Gefahr vorbereitet zu sein. Zu diesem Zwecke, wie auch zur vollkommenen Dichthaltung der Generatoren, ist es anzurathen, die Generatorwände mit einem eisernen Mantel zu versehen, und zugleich ein Sicherheitsventil anzubringen — wie bereits auf einigen Hüttenwerken geschehen ist.

Das Raffiniren oder Weißen des Koaks-Roheisens im Gas-Flammofen auf der Königshütte in Oberschlesien.*)

Es zeigt sich bei diesen, von dem Königl. Hüttenmeister Eck angestellten und in Karstens Archiv, Bd. **20**, und in der berg- und hüttenm. Zeitung, **1846**, Nr. **39** ꝛc. beschriebenen Versuchen, die räthselhafte Natur des Roheisens hauptsächlich dadurch, daß Roheisen von anscheinend ganz gleichem Ansehn, dennoch oft ein sehr verschiedenes Verhalten bei seiner Verarbeitung zeigt, so daß sich kaum allgemeine Regeln aufstellen lassen. Ein sehr gaargeblasenes Roheisen läßt sich schwerer in Weißeisen umwandeln, als ein minder gaares und eben so

*) Das Folgende ist höchst wichtig für den Gasbetrieb und gibt viele bis jetzt anderweitig noch nicht erlangte Aufschlüsse.

verschieden verhält sich ein bei hoch erhitzter und ein bei kalter Luft erblasenes Roheisen, indem sich jenes, bei gleichem Grade der Gaare schwerer reißen läßt, als dieses. Jedoch sind Ausnahmen von der Regel nicht selten und oft läßt sich das abnorme Verhalten gar nicht erklären. Außerdem bietet der Raffinirprozeß die schwer zu erklärende Erscheinung dar, daß der Kohlegehalt in der Regel unverändert bleibt, ja daß sogar im Weißeisen ein noch höherer Kohlegehalt aufgefunden wird, als in dem, dem Prozeß unterworfenem Roheisen, während dessen andere Bestandtheile dabei mehr oder weniger vollkommen abgeschieden werden. Es ist dies Verhalten des Roheisens um so auffallender, als dasselbe beim Raffiniren einer starken und lange anhaltenden Einwirkung der Gebläseluft ausgesetzt ist.

Man darf annehmen, daß das raffinirte Roheisen die Eigenschaft, beim Erkalten, ohne Abkühlung durch Wasser, im Bruch weiß zu erscheinen, oder mit andern Worten, die Graphitbildung nicht aufkommen zu lassen, nur dadurch erhält, daß der Erdbasen- und namentlich der Siliciumgehalt, mehr oder weniger vollkommen abgeschieden ist. Es scheint, daß mit der Abscheidung des letztern die Anziehungskraft des Eisens zur Kohle in dem Grade zunimmt, als diese ihrem ganzen Gehalte nach, auch beim allmähligen Erstarren, am Eisen chemisch gebunden bleibt.

Es müßte demnach vortheilhaft sein, das zu raffinirende Roheisen halbirt zu erblasen, allein dies setzt sehr reines Brennmaterial und leichtflüssige Erze voraus, weil sonst bei dem niedrigen Hitzgrade des Hohofens der Gichtenwechsel und mit demselben die Größe der Production in einer bestimmten Periode abnehmen würde. Die oberschlesischen Erze und Brennmaterialien erfordern wenigstens einen mittelgaaren Hohofengang, wobei graues und recht flüssiges Roheisen erfolgt, indem man statt 25, 30 Procent Flußkalk und Schweißofenschlacke zuschlägt, welche, wegen ihres Eisenreichthums die Roheisenproduction erhöhet und einen starken Gaargang verhindert, so daß es sich besser raffiniren läßt.

Man erhitzt zu Königshütte die Gebläseluft in der Regel bis auf 50° R. und steigert die Temperatur nur dann, wenn Rohgang eintritt, oder wenn das Roheisen matt wird, steigert man man die Temperatur, um bis zum Eintreten der erniedrigten Erzsätze in das Gestell, schnelle Abhülfe zu schaffen. — Solch mittelgaares Roheisen giebt sehr constante Resultate im Weißofen.

Die Construction der in der Königshütte Anfangs 1844 erbaueten beiden Raffinir-Gasflammöfen ist aus den Fig. 1 bis 9, Taf. I. ersichtlich.

Fig. 1, ist eine vordere Ansicht des Ofens;

Fig. 2, Längenprofil;

Fig. 3, Grundriß;

Fig 4, Querprofil nach A B, Fig. 3.

Die übrigen Figuren sind einzelne Theile, auf die wir zurückkommen.

Der Gasofen bildet im Querschnitt ein Oblongum, dessen beide lange

Seiten 3′′ 9′′. Die beiden kurzen Seiten sind an an der Sohle 2′, oberhalb nur 21′′, so daß also der Schacht sich hier nach oben zusammenzieht, damit die Kohlen nicht so leicht hängen bleiben. Die Höhe des Schachtes von der Sohle bis zur Abschrägung der Gasbrücke ist 6′ 4′.

Der cubische Inhalt beträgt mithin etwa 44 Cubikf. Der Raum unterhalb der Windformen des Ofens dient zur Aussammlung der Schlacke aus den Kohlen.

Der räumliche Inhalt des Schachts bestimmt sich nach der Beschaffenheit des Brennmaterials. Eine Verringerung der Schachtgröße hat für die hiesige Beschaffenheit der Steinkohle sich nicht vortheilhaft gezeigt, indem sich dann weniger brennbare Gase und mehr Kohlensäure erzeugten. Die Lage des Windkastens, von welchem Fig. 5 eine obere Ansicht, Fig. 6 eine Seitenansicht und Fig. 7 eine Stirnansicht zeigt, von welcher Lage die Höhe des Raums zur Ansammlung der Schlacke abhängig ist, richtet sich danach, je nachdem die Kohlen mehr oder weniger Asche und Schlacke hinterlassen. Die untere Raumöffnung wird, nachdem bei Intriebsetzung des Ofens ein Steinkohlenfeuer angebracht worden, verloren zugemauert und bleibt bis zur Ausräumung der Schlacke, welche in der Regel alle 14 Tage geschieht, verschlossen.

Der Gasofen wird mit schwacher Gebläseluft betrieben, welche mittels eines mit 2 Ausströmungs-Oeffnungen e, e von 5′′ Breite und 2½′′ Höhe versehenen Windkastens aus Kesselblech eingeleitet wird. Zum Reinigen jener Oeffnungen dienen gegenüber befindliche 1½′′ weite Oeffnungen, welche durch eiserne gut einpassende Pfropfen geschlossen werden.

Sehr wesentlich ist es, für guten Luftwechsel in den untern Räumen zu sorgen, damit die Gesundheit der Arbeiter durch das sich etwa ansammelnde Kohlenoxydgas nicht gefährlich werde, und deshalb wird auch die Rösche, soweit als solche nicht ganz freiliegen kann, nur mit Gitterplatten bedeckt. Der Flammenofenherd ist bei der Gasbrücke 4′, beim Fuße 2′ breit, die Länge beträgt 18′′ vom Herde entfernt. Die Gewölbeziegel sind 9′′ hoch, 4½′′ breit und in der Stärke keilförmig 2¼ und 2′′. Sowohl bei der Gasbrücke als am Fuße ist eine Kühlung durch Luftzug angebracht. Die bei der Gasbrücke wird dadurch verstärkt, daß der Luftzug mittels eines Brechrohrs von 6′′ Weite in die Esse mündet. Ehe dies geschah, ereignete es sich, daß das Eisen hier durchbrach, weshalb auch die aus feuerfesten Ziegeln bestehende Mauerung an diesem Punkte mit besonderer Sorgfalt gefertigt werden muß. Bei der obersten Schicht der Gasbrücke sind die Ziegel auf die hohe Kante gestellt und unter Anwendung eines rechtdünnflüssigen feuerfesten Mörtels dicht aneinander getrieben. Ebenso wird bei der Mauerung der Fuchsbrücke verfahren.

Die Thüre im untern Theil der Esse dient zur Regulirung des Zuges, so wie auch zur Reinigung der Fuchsöffnung. Bei der durch die Localität ge-

botenen Höhe der Esse von 24′ ist der Zug des Ofens in der Regel, und wenn nicht gerade stürmisches Wetter eintritt, viel zu stark, so daß zur Hemmung desselben, die Thüre mehr oder weniger geöffnet werden muß. Der Gaskasten ist ′ breit und im Mittel des nur 4″ starken Gewölbes 9″ hoch; der Fuchs ist 2′ breit und im Mittel 8″ hoch. Bei einer Verengung des Fuchses ward die Spannung der verbrannten Gase im Flammenofen zu groß und die Zuströrung des Gases gehemmt, so daß letzteres theilweise durch die Fugen beim Schürloche heraustrat. Der obere Windkasten, Fig. 8 in einer oberen und Fig. 9 in einer Stirnansicht dargestellt, ist ebenfalls aus Kesselblech verfertigt, die $^1/_2$″ starken geschmiedeten Schienen, welche den 27″ breiten, $^3/_8$″ hohen Schlitz zur Ausströmung des Windes bilden, sind nicht angeniethet, sondern angeschraubt, um diese Schienen nach der Abnutzung leicht wieder auswechseln zu können. Dieselben halten übrigens wohl ein Jahr lang aus und dürfen inzwischen nur nachgefeilt werden, wenn sie schon stark abgebrannt sind.

Die Neigung des Kastens beträgt 30° um die Flamme durch den Wind nach dem Heerde herabzudrücken.

Die Seitendüsen haben eine Neigung von 25°. Sie sind dem Abbrennen sehr unterworfen, weshalb man bei denselben kurze, nur etwa 6″ lange Mundstücke mit $^1/_2$ bis $^3/_4$ zölliger Mündung aufschiebt. Dagegen leidet der Gasofen Windkasten gar nicht, weil er durch eine vorliegende Ziegelwand geschützt ist. Die erforderlichen Windquantitäten werden durch gußeiserne Hähne regulirt. Die Hähne der Hauptdüsen sind $2^1/_4$″, die der beiden Seitendüsen b b $1^1/_2$ weit. Die erstern sind beim Betriebe in der Regel nur halb geöffnet. Die Stellung des untern Hahnes a wird durch die Hebelvorrichtung c vermittelt. Die über der Abstichöffnung befindliche Thüre wird nur dann geöffnet, wenn der Heerd auf der gegenüberliegenden Seite einer Ausfütterung mit Sand bedarf.

In Betreff des zum Herde anzuwendenden Materials sind mehrere Versuche erforderlich gewesen. Unter allen angewendeten Materialien hat jedoch der gewöhnliche, einige Lehmtheile enthaltenden Sand den Vorzug behauptet. Der reingewaschene Sand hat zu wenig Bindung und hebt sich deshalb leichter ab. Dasselbe Abheben kam auch bei der Anwendung feuerfester Thonziegel vor, welche, wenn sie auch dicht aneinandergefügt waren, das Eisen dennoch stellenweise in die Zwischenfugen eindringen ließen und sodann gehoben wurden. Eine dichtgeschlagene Masse, aus 4 Theilen feingepochtem Kalkstein und 1 Theil feuerfestem Thon bestehend, zeigte nur geringe Haltbarkeit; besser verhielt sich hier gewöhnliche Masse, wie sie zu den Hohofengestellen gebraucht wird, aus 2 Theilen zerpochten alten feuerfesten Ziegeln und 1 Theil Thon bestehend. Aber abgesehn davon, daß die Mischung theuer ist, so findet bei derselben auch der Uebelstand statt, daß sich leicht einzelne Schalen von der Masse ablösen. Ein

Gaarschlackenheerd ist nicht versucht worden, weil man von einem solchen bei der anhaltenden und intensiven Hitze keine Haltbarkeit erwarten durfte. Eine Hauptbedingung der Erlangung eines festen Heerdes ist die, daß die Heerdplatte möglichst hohl gelegt wird, damit der Heerd hinlänglich gekühlt werde. Einer besondern Seitenkühlung in der Länge des Heerdes durch gußeiserne Hohlkasten, wie solche bei den Puddelöfen angewendet werden, bedarf es nicht. Man hat eine solche Einrichtung zwar versucht, und zur Beförderung des Durchgangs der Luft diese sogar in die Esse des Ofens abgeleitet; die Hohlkasten wurden aber stellenweise bald durchfressen und füllten sich mit Eisen an, weshalb man sie ganz wegnahm und die Seitenwände aus feuerfesten Ziegeln anführte, welche, wenn sie gut vermauert werden, vor dem Durchbrechen des Eisens vollkommen sichern und die Haltbarkeit des Heerdes auch nicht beeinträchtigen.

Zur Erzeugung der Gase im Erzeugungsofen bedient man sich, eben so wie zur Verbrennung derselben in den Flammenöfen, der Gebläseluft. Die Anwendung eines Gebläses hat vor dem natürlichen Luftzug den großen Vortheil, daß sich mit Hülfe des Gebläses in der kürzesten Zeit der größte Grad von Hitze erzeugen läßt, und daß ferner der Betrieb vor allen nachtheiligen Einflüssen ungünstiger Witterung sicher gestellt wird, was besonders bei Flammenöfen, welche zum ununterbrochenen Umschmelzen bedeutender Roheisenquantitäten dienen sollen, sehr wichtig ist. Auch selbst bei Anwendung sehr hoher Essen ist die Zeitdauer beim Umschmelzen des Eisens, je nach der Witterung sehr verschieden und daher auch der Kohlenverbrauch und der Roheisenabgang, indem sich bei verzögerter Schmelzung bekanntlich mehr Schaalen-Eisen bildet. Wo nun außerdem das zum Betriebe zweier Gasflammenofen erforderliche Windquantum durch einen nur unbedeutend vermehrten Wechsel der Hochofengebläse leicht und ohne große Kosten verschafft werden kann, lagen die Vortheile der Gebläsebenutzung um so mehr vor Augen.

Noch mehr gilt das Gesagte für die Anwendung der Gebläseluft zur Verbrennung der Gase, welche letztere um so vollkommener bewirkt wird, je mehr sich die dazu erforderliche Quantität und Pressung der Luft abstimmen läßt. Daß dies durch den Luftzug mittels einer Esse nicht in dem Grade zu bewerkstelligen ist, leuchtet von selbst ein. Eine dritte Anwendung des Gebläses beim Raffiniren ist die, mittels eines Windstroms von starker Pressung das eingeschmolzene Roheisen in eine treibende Bewegung zu setzen und dadurch die Abscheidung der schädlichen Bestandtheile als Zweck der Raffinirarbeit zu bewirken.

Die zum Betriebe eines Ofens erforderlichen Windquantitäten sind aus folgenden Nachgaben zu berechnen, wobei noch bemerkt wird, daß der Wind nicht erhitzt wird.

A. Beim Gasofen, sowohl beim Einschmelzen, als beim Raffiniren des Roheisens. — Die Pressung und Temperatur, mit welcher der Wind aus

dem Kasten in den Ofen strömt, läßt sich nicht genau annehmen; ungefähr beträgt erstere 1/4 und 3/8" Wassersäulenhöhe. Die zur Berechnung erforderlichen Angaben ergeben sich dagegen aus einer Beobachtung bei dem 2 1/2" weiten Windzuleitungsrohr. Die Pressung des Windes in letzterem betrug genau 1/8 Pfund für den Quadratzoll, welches gleich ist einer 0,020118' hohen Quecksilbersäule. Die Temperatur war 15° R. bei einem Barometerstande von 27'25" Rheinl. = 2,2708' Rheinl. Der Querschnitt jenes 2 1/2" weiten Rohrs ist 4,906 Quadratzoll = 0,03407 Quadratfuß.

B. Beim Flammenofen. 1. Beim Einschmelzen des Roheisen. — Die Windpressung im Kasten ist 1" Wassersäulenhöhe, also gleich einer 0,00616' hoher Quecksilbersäule. Die Temperatur des Windes war 20° R. Die Windausströmungs-Oeffnung oder der Schlitz des Kastens ist 27" breit, 3/8" hoch, mithin = 10,125 Quadratzoll oder = 0,07031 Quadratfuß.

2. Beim Raffiniren. — a. Bei obiger Ausströmungs-Oeffnung von 0,0731 Quadratfuß beträgt während der Zeit des Raffinirens die Windpressung im Kasten nur 1/2" Wassersäulenhöhe 0,00308 Quecksilberhöhe.

b. Bei den 2 Stück 1/2 zölligen Seitendüsen, deren Mündung zusammen 0,3925 Quadratzoll oder 0,002725 Quadratfuß, beträgt die Windpressung 2 Pfund für den Quadratzoll einer 0,3219' hohen Quecksilbersäule. Die Temperatur des Windes war wie oben = 20° R.

Bei der nachfolgenden Berechnung ist das Windquantum auf 0° Temperatur und auf mittlere Tüchtigkeit, die dem normalen Barometerstande von 28" Pariser oder 29,068" Rheinl. = 2,4223' Rheinl. entspricht, reducirt worden, und zwar ist das Luftquantum in der Secunde = Q nach der Formel in Kasten's Eisenhüttenkunde. 3. Aufl. Bnd. II. S. 594 berechnet werden, nach welcher

$$Q = \frac{2\,a.}{[1 - 0{,}0046.[(t - t)\,1{,}0046\,t]\,h'}\sqrt{g\,x\,\Delta\,(h + x)\,h\,(1 + 0{,}0046\,t)}.$$

Nach dem Sinn, der in dieser Formel gewählten Bezeichnung ist, zufolge der obigen Angaben, das Luftquantum in der Minute I. beim Schmelzen des Roheisens

A. Beim Gasofen	199,2	Cubikf.
B. Beim Flammenofen	219,8	„
	419,0	Cubikf.
II. beim Raffiniren.		
A. Beim Gasofen	199,2	Cubikf.
B. Beim Flammenofen		
und zwar ad a	155,35	„
ferner ad b	65,75	„

zusammen das Luftquantum in der Minute beim Raffiniren . . . 420,3 Kubikfuß, von 0° Temperatur und normaler Dichtigkeit.

Hierbei ist der Widerstands-Coefficient, welcher nach D'Aubuisson, selbst bei konischen Düsen = 0,94 anzunehmen, unberücksichtigt geblieben und würden mithin von den ermittelten Luftquantitäten, wenn jener auch in Rechnung gebracht werden soll, noch 6 Prozent in Abzug zu bringen sein. Vergleicht man das zur Erzeugung der Gase erforderliche Luftquantum mit dem zur Verbrennung derselben erforderlichen, so verhält sich dieses zu jenem = 199,2 : 219,8 = 100 : 110,34, wobei jedoch wohl zu berücksichtigen ist, daß beim Flammenofen außer der Gebläseluft durch den Zug der vorhandenen Esse auch atmosphärische Luft mit eingeführt wird, besonders da bei einem mit Gebläse betriebenen Flammenofen ein dichtes Verschließen aller Oeffnungen, sowohl der Windformen, als auch der Arbeitsöffnung, nicht erforderlich ist. In der Wirklichkeit wird also das zum Verbrennen der Gase consumirte Luftquantum größer sein, als es obige Rechnung ergiebt.

Zur Erzeugung der Gase werden Steinkohlen angewendet, welche zur Klasse der Sinterkohlen gehören, ziemlich leicht verbrennlich sind, und nur 1 bis 2 Prozent Asche hinterlassen. Bei der trocknen Destillation geben sie 65 Prozent Coaks, dem Gewichte nach. Der Gehalt an Faserkohle ist gering, der an Schwefelkies aber bedeutend. 1 rheinl. Kubikfuß dieser Steinkohle wiegt durchschnittlich 55 Pfund. Man wendet größtentheils Stückkohlen an, und es werden diese zum 8 Theil mit Staubkohlen vermengt, weil letztere unreiner sind, mehr Schiefertheile und Faserkohle enthalten, und dieser Gehalt eine öftere Unterchung des Betriebes wegen Ausräumung der Schlacke veranlaßt. Ein Versuch, statt der Steinkohlen die sogenannten Zinder, welche beim Schüren der Puddelöfen, sowie der Zinkdestillations-Oefen durch den Rost fallen — anzuwenden, fiel ungünstig aus.

Das Betriebsverfahren ist folgendes: Der Heerd des Ofens wird aus gewöhnlichem grobkörnigem Sande in Form einer flachen Schale mit einem geringen Abfall nach der Abstichöffnung zu, und zwar etwa 6″ stark in der Mitte, geschlagen, so daß er etwa 6″ tief wird. Vor dem Einsetzen des Roheisens wird der neue Heerd erst hart gebrannt. Bei einem neuen Gewölbe darf dieses aber nicht übereilt werden. Man bringt durch das Schlacken-Räumloch ein starkes Steinkohlenfeuer in den Gasofen und läßt etwa 1 Tonne (= $7^1/_9$ Kubikfuß) Steinkohlen in Gluth kommen, worauf das Räumloch gut vermauert und nach und nach 2 Tonnen Kohlen nachgeschüttet werden. Den Luftzug unterhält man durch die beiden vordern, $1^1/_2$″ weiten Oeffnungen des Windkastens. Sind die nachgeschütteten Kohlen ebenfalls in Gluth gekommen, so wird der Ofen allmälig mit Kohlen vollgefüllt, jene beiden Oeffnungen des Windkastens geschlossen, und sowohl beim Gas- als Flammenofen so viel Wind einge-

lassen, daß nur eine schwache Flamme den Ofen durchzieht, um das neue Gewölbe so weit abzutrocknen, daß es nicht mehr dampft. Erst dann wird das volle Windquantum gegeben und der Ofen in Weißglühhitze gebracht, um zunächst den neuen Heerd möglichst hart zu brennen. Bei der ersten Inbetriebsetzung des Ofens hat es einige Schwierigkeiten, sich einen recht festen Heerd zu verschaffen. Man schmilzt deshalb anfangs nur 4 bis 5 Zentner Brucheisen ein und sticht solches noch grau ab, worauf man das in den entstandenen Vertiefungen des Heerdes zurückgebliebene Eisen gleichmäßig über die ganze Heerdfläche hinweg zu vertheilen sucht, die tiefen Stellen mit frischem Sand ausschlägt, und diesen erst festbrennt, ehe ein neuer stärkerer Einsatz gemacht wird.

Demohnerachtet hebt sich in der ersten Zeit die Heerdmasse öfters noch stellenweise ab und erst nach der 6ten bis 7ten Besetzung pflegt der Heerd so fest zu werden, daß er jener Reparatur nicht mehr oft bedarf. Ist derselbe erst so weit, so kann er mit Hülfe von Ausfütterungen mit frischem Sande jahrelang erhalten werden. Je nachdem der Heerd mehr oder weniger ausgetieft hat, werden 30 bis 40 Zentner Roheisen theils in zerschlagnen Gänzen von etwa $1^1/_2''$ Stärke, $10''$ Breite und $2'$ Länge, theils in Brucheisen aller Art bestehend, eingesetzt, und zwar so, daß das Eisen über den Heerd gleichförmig vertheilt und locker zu liegen kommt, während welcher Arbeit man das Gebläse fortwirken läßt.

Das Einschmelzen erfolgt in $3^1/_2$ Stunden, wobei in der Stunde $3^3/_4$ Kubikfuß Steinkohlen eingefüllt werden. Der Gasofen muß immer möglichst voll erhalten werden, und es wird bei jedesmaligem Schüren das normale Windquantum beim Gasofen durch die bezeichnete Hahnstellung ermäßigt, weil die frisch nachgeschütteten Kohlen schon für sich viel Gas entwickeln; die Hitze im Gasofen ist so gering, daß der Schacht oberhalb nur schwach roth glühend ist. Die Entzündung der heißen Gase erfolgt erst im Flammenofen. Die Flamme in diesem Ofen ist intensiv weiß, erfüllt den ganzen Ofen, ohne sich jedoch so lang zu ziehn, daß sie an der Mündung der Esse zum Vorschein käme. Wird das oben angegebene Windquantum für die Verbrennung der Gase überschritten, so wird die Flamme zu kurz, und es bleibt die Fuchsgegend zu kühl, weil alsdann die verhältnißmäßig zu geringe Gasmenge aus dem Ofen so schnell verzehrt wird und zu viel atmosphärische Luft unzerlegt bleibt. In der Nähe der Gasbrücke ist aber immer der höhere Hitzgrad, weil hier die Stichflamme am stärksten auf den Heerd einwirkt. Es muß deshalb während des Einschmelzens das nach dem Fuchse hin theilweise noch starr gebliebene Eisen aufgebrochen und der Gasbrücke näher gerückt werden. Wird dies verabsäumt, so kann durch zu langsames Einschmelzen zur theilweisen Verschlackung und Frischeisenbildung Anlaß gegeben werden. Die eingeschmolzene Eisenmasse, die auf dem ganzen Heerde nur einen flachen Stand erreicht, wird zuweilen mit

dem Haken durchrührt und die einzelnen darin befindlichen Brocken vom Heerde losgehoben und zertheilt. Sind letztere nicht mehr fühlbar, so werden 2 Schaufeln (zu 5 Pfund) gepochten Kalksteins gleichmäßig über dem Eisen ausgebreitet, um durch denselben die zähe Schlackendecke dünnflüssig zu machen. Ein Abziehen der letztern ist immer mit Eisenverlust verbunden, und da die Menge der Schlacke nur unbedeutend ist, so zieht man es vor, solche im Ofen zu lassen. Es werden nun je nach der Beschaffenheit des eingesetzten Roheisens die beiden $^1/_2$ oder $^3/_4$″ weiten Seitendüsen mit einer Neigung von etwa 25° eingelegt und gleichzeitig das Windquantum beim Flammenofen-Windkasten, wie oben angegeben, ermäßigt. Erfordert die zu gaare Beschaffenheit des Roheisens die Anwendung der weitern Seitendüsen, so muß der Wind beim Gaserzeugungsofen ebenfalls etwas verstärkt werden, um durch eine etwas stärkere Gasentwickelung den nöthigen Hitzegrad im Flammenofen zu erhalten. Da die Pressung des aus dem Regulator des Hohofengebläses abgeleiteten Windes fast immer dieselbe bleibt, so haben die Arbeiter die erforderliche Stellung des Windhahns beim Raffinirofen schon in der Uebung. Durch die Lage und Richtung der beiden Düsen, von welchen die eine nach dem Abstich zu, die andere entgegengesetzt nach der Gegend zwischen dem Fuchs und der Einsetzöffnung hin bläst, erhält das Eisen eine circulirende Bewegung. Dabei wird von den etwa $2^1/_2$″ über dem Eisenspiegel liegenden Formen durch den gepreßten Windstrom die sehr dünnflüssige Schlacke auf einem Umkreis von etwa 1′ ganz weggetrieben, und das Eisen erhält hier unter dem beständigen Aufsprudeln durch die kräftige Einwirkung des Windes seine Läuterung. Nach und nach werden noch einige Schaufeln Kalkstein, überhaupt 1 Prozent des eingesetzten Roheisen-Quantums, eingetragen und die treibende Eisenmasse von Zeit zu Zeit gut durchgerührt. Die Schlacke wird höchst dünnflüssig, und auf ihrer ganzen Fläche werden fortdauernd kleine Blasen aufgeworfen. Ein Abzapfen der Schlacke durch den Sanddamm bei der Arbeitsöffnung, wie es mit der Glätte bei einem Treibofen geschieht, beschleunigt das Weißwerden des Eisens nicht, und vermehrt nur den Eisenverlust. Der Kalkzuschlag leistet vortreffliche Dienste zur Beschleunigung der Raffinir-Arbeit, und ist allen andern gewöhnlichen Hilfsmitteln in gaarenden Zuschlägen bestehend vorzuziehn. Der Kalk erzeugt nur wenig und sehr dünnflüssige Schlacke, worauf es bei dieser Raffinir-Methode ganz besonders ankommt. Durch den Zusatz von Eisenerz und gaaren Schlacken werden die Seitenwände des Ofens sehr angegriffen, und dadurch nicht nur mehr, sondern auch reichhaltigere Schlacken erzeugt, als beim Kalkzuschlag, welcher letztere zur Läuterung des Eisens mehr förderlich ist, als die viel geringere Sauerstoffentwicklung, welche die Verschlackung der Eisenerze (Eisenoxydhydrate) stets begleitet. Je weiter die Raffinirung des Eisens vorgeschritten, desto stärker treibt es unter beständigem Blasenwerfen und

schwachen Funkensprühen bei der Arbeitsöffnung. Je nach der Beschaffenheit des Roheisens ist aber die Zeitdauer des Raffinirens bis zum vollkommen Weißwerden sehr verschieden und wechselt solche bei Einsätzen von 40 Ctrn. von $2^1/_2$ bis 5 Stunden. Ob der Zeitpunkt eingetreten sei oder nicht, wo der Zweck erreicht ist, dafür hat das geübteste Auge kein zuverlässiges Merkmal, und es muß deßhalb eine Schöpfprobe genommen werden. Zeigt diese erkaltet beim Zerschlagen einen rein weißen (strahligen Bruch) so giebt dieser das Anhalten zum Abstechen des Eisens. Bevor dies geschieht, wird die auf der Abstichseite liegende Düse weggezogen, damit die gegenüberliegende Düse das Eisen um so kräftiger nach der Abstichöffnung treiben kann. Das bekanntlich aus gußeisernen Schalen bestehende Abstichgerinne ist vorher mit Kalkmilch überzogen worden, welche auf den, durch den vorangegangenen Abstich heißgewordenen Schaalen bald austrocknet. Dies ist um so mehr erforderlich, als bei der geringsten nachbleibenden Nässe ein heftiges Schlagen des darüberfließenden Eisens erfolgt. Das Weißeisen fließt funkensprühend ab und wird bis etwa $^1/_3$ der Gerinnlänge mit der zuletzt nachfließenden Schlacke bedeckt. Der nicht von letzterer bedeckte Theil des 1 bis $1^1/_2$'' starken Weißeisens wird, um die Bildung einer Orydkruste beim Erstarren zu vermeiden, sofort mit Wasser übergossen, nicht aber der mit Schlacke überdeckte Theil, um die in jener noch eingehüllten Eisentheilchen um so vollständiger sich decken zu lassen. Beim Erstarren des Eisens löst sich die Schlacke rein ab. Um beim Reinigen und Zumachen des Stichs, welches die erste Arbeit nach dem Abstechen ist, nicht durch die Hitze der glühenden Schlacke verhindert zu werden, wird letztere in der Nähe des Stichs mit stark angefeuchteter Coakslösche überworfen. Die Stichöffnung wird zuerst mit Coaksgestübbe und dann mit Sand verschlossen. Dann wird der Heerd geebnet, wenn es nöthig der Rand desselben, besonders in der Nähe der Stichöffnung, mit einigen Schaufeln Sand ausgefüttert, beim Gasofen gleichzeitig nachgeschürt, die Windformen werden geputzt und es wird sofort neues Roheisen unter Fortwirkung des Gebläses eingesetzt.

Die durchschnittliche Weißeisen-Produktion kann mit Rücksicht auf vorkommende Störungen des Betriebes durch kleine Reparaturen zu 600 Ctr. in der Woche für einen Ofen angenommen werden. Bei einem Vergleich dieser Production mit der eines englischen Feuers erscheint jene allerdings gering; jedoch ist dabei das erforderliche Windquantum mit in Rechnung zu ziehn, welches bei einem Gasofen kaum halb so groß ist, als bei einem englischen Feuer der kleinern Art, und ferner kommt der Umstand in Betracht, daß das Arbeiter Personal bei einem englischen Feuer, wo die Arbeit wegen der lästigen großen Hitze des offenen Feuers viel beschwerlicher, eben so groß ist, als bei 2 Gasöfen zusammen.

Nach 14 tägigem Betriebe, wo sich die Schlacke im Gasofen so weit an-

gesammelt hat, daß der Wind nicht mehr frei genug in den Ofen treten kann, wird derselbe gereinigt, wozu das Räumloch dient. Diese Arbeit ist nicht gerade sehr beschwerlich, weil sich die Schlacke leicht losbrechen läßt, nur muß für guten Luftzug und Reinlichkeit in der Rösche gesorgt sein. Gewöhnlich geschieht diese Arbeit am Sonnabend und ist gegen Abend vollendet. Es wird sofort Feuer eingebracht, das Räumloch zugemauert, und nachdem der Ofen kaum halb mit Kohlen gefüllt ist, das Gebläse schwach angelassen. Während des Nachschüttens ist bis zur gänzlichen Füllung des Ofens mit Steinkohlen wird der Wind bis zum Normalquantum verstärkt. Der Flammenofen kommt schnell in Hitze, so daß bald nach Mitternacht das Eisen eingesetzt werden kann.

Der Roheisen-Abgang beträgt 5 bis 9 Proc. Der Kohlenverbrauch für 1 Ctr. Weißeisen durchschnittlich 1½ Cubicf.

Das Arbeiter Personal besteht bei 2 Gasöfen zusammen aus einem Schmelzer und 2 Gehülfen, welche für 1 Ctr. Weißeisen 8 Pfennige erhalten, sich aber dafür noch einige Tagelöhner zur Hülfe beim Zerschlagen und Wiegen des Weißeisens halten müssen.

Die Unterhaltung der sämmtlichen eisernen Geräthe und Werkzeuge, mit Einschluß des Windkastens, wird dem Hüttenschmied im Gedinge für 100 Ctr. Product bezahlt und dieses Gedinge nach den kurrenten Stabeisen-Preise erhöhet oder erniedrigt. Bei dem jetzigen Preise von 4 Thlr. 10 Sgr. für 1 Ctr. ord. Stabeisen erhält der Schmied 5 Sgr. 6 Pf. für 100 Ctr. Weißeisen.

Die Dauer eines Gewölbes ist größer, als man es bei der intensiven Hitze des Ofens erwarten sollte. Dies erklärt sich dadurch, daß die Flamme durch den stechenden Windstrom stark nach dem Heerde hingedrückt wird. Ein Gewölbe kann jedoch, da der angewendete Thon zu den Ziegeln nicht feuerfest ist, mit Hülfe einiger Reparaturen höchstens nur 8 Wochen in fortdauerndem Gebrauch erhalten werden, während welcher Zeit aber die Seitenwände des Ofens, wo solche zu stark ausgeschmolzen sind, mit gewöhnlichem Sand ausgefüttert werden müssen, welche Arbeit bei eingeübten Arbeitern mittels zweckdienlicher Werkzeuge leicht zu bewerkstelligen ist.

Beim Gasofen sind, da sich in diesen nur Rothglühhitze entwickelt, selten Reparaturen erforderlich und erstrecken sich diese hauptsächlich nur auf die Gegend über den Windformen.

Das im Gasflammen-Ofen erzeugte Weißeisen (bezeichnender Rein-Eisen genannnt) unterscheidet sich von dem im englischen Feuer geweißten Eisen bei der Verarbeitung im Puddel-Ofen darin, daß es weniger Schlacke giebt, und also trockner in der Arbeit geht, weshalb es einen stärkeren Zusatz von grauem Coaks-Roheisen verträgt, als jenes letztere Weißeisen. Auch verarbeitet man mit bestem Erfolge eine Mischung aus 2 Theilen ganz weißen und 1 Theil halb weißen Reineisens, wobei ebenfalls noch ein geringer Roheisenzu-

satz gegeben wird. Die Luppen fallen hierbei saftig und derb aus und geben compacte schieferfreie Rohschienen. Das ausgewalzte Eisen zeichnet sich durch einen hohen Grad von Schweißbarkeit und Zähigkeit aus, weshalb es in den Schmieden vorzugsweise gern verarbeitet wird.

Das nur halb geweißte Eisen (Halb-Reineisen) ist auch ein vorzügliches Material zum Abguß solcher Stücke, von denen neben einen gewissen Grad von Härte seine besondere Festigkeit gefordert wird, weshalb es zum Gießen von Walzen, Puddlingshämmern rc. mit ausgezeichneten Erfolg verwendet wird. Dieses Halb-Reineisen hat jedoch in starken Stücken nicht den Bruch eines halbirten Roheisens, sondern der Bruch ist durchweg hellgrau und sehr dicht. Es wird, wenn es zu Gußwaaren angewendet werden soll, in starken Flammenofenbarren in Sandformen abgestochen. Die Festigkeit dieses Eisens ist so bedeutend, daß Platten von mehr als 2 Zoll Stärke sich kaum von dem schwersten Fäustel zerschlagen lassen. Die Darstellung eines solchen — höchst wahrscheinlich auch zum Kanonenguß vorzugsweise geeigneten — Roheisens, hat man bei diesen Raffinirverfahren völlig in seiner Gewalt, indem die Schöpfprobe den Zeitpunkt genau angiebt, wann der Raffinirproceß einzustellen ist. Die beim Raffiniren fallende glasige und hellfarbige Schlacke enthält, seitdem als Zuschlag nur Kalkstein angewendet wird, 16 bis höchstens 20 Proc. Eisen, während die früher bei Anwendung von Eisenerz als Zuschlag gefallene 28 bis 30 Proc. Eisen enthielt.

Es folgen hier die Betriebsresultate von Jahr 1844, in 2 Betriebsperioden getrennt, und zwar je nachdem Eisenerz oder Kalkstein als Zuschlag beim Raffiniren angewendet worden ist.

I. Beim Raffiniren mit Zuschlag von Eisenerz.

Es wurden verarbeitet: 10408 Ctr. 15 Pfd. Roheisen und daraus erzeugt: 9380 Ctr. Reineisen.

Hierzu sind verbraucht worden 310 Ctr. 15 Pfd. Eisenerz (Eisenoxydhydrate) 2440 Tonnen Steinkohlen.

II. Beim Raffiniren mit Kalksteinzuschlag.

Es wurden verarbeitet: 16614 Ctr. 52. Pfd. und daraus erzeugt: 15456 Ctr. 55 Pfd. Reineisen.

Hierzu sind verbraucht worden: 145 Ctr. gepochter Kalkstein und 3077 Tonnen Steinkohlen.

Der bei der Anwendung von Eisenerz-Zuschlag stattgefundene Mehrabgang und höhere Kohlenverbrauch entspricht der oben bemerkten reichlichern Schlackenbildung und dem höhern Eisengehalt der fallenden Schlacken, so wie auch der längern Zeitdauer des Raffinirens im Vergleich gegen die bei der

Anwendung von Kalkstein; wobei indeß in Betracht zu ziehen ist, daß ein Theil — wenn auch der geringere — dieses höheren Materialverbrauchs daraus entsprang, daß in jener ersten Periode der Betrieb der beiden neuen Flammenöfen seinen Anfang genommen hat, wobei in der ersten Zeit die Resultate weniger günstig ausfielen als später. Niemals ist aber der Roheisen-Abgang unter 8 Proc. zu stehen gekommen, während in einigen Monaten der zweiten Betriebsperiode ein Abgang von 6 Proc. nachgewiesen werden kann.

So günstig sich auch nun die obigen Resultate gestellt hatten, so lag doch noch die Aussicht vor, daß es vielleicht möglich sei, durch Anwendung kräftig oxydirender Materialien oder auch stark basischer Stoffe, die Raffinir-Arbeit zu beschleunigen.

Man wählte hierzu den Braunstein, den Salpeter, die Pottasche und das Kochsalz. Diese Stoffe wurden in Quantitäten bis zu $^1/_3$ Proz. des eingeschmolzenen Eisens beim Raffiniren zugesetzt. Es leisten dieselben mit Ausschluß des Kochsalzes, auch gute Dienste, jedoch nicht in dem erwarteten Grade, so daß, mit Rücksicht auf den Preis jener Materialien, dem Kalkzuschlag immer noch der Vorzug gegeben werden mußte. Das Kochsalz wirkte gar nicht, indem es sehr bald verdampfte, wie sich dies aus dem starken, grau gefärbten Rauch, der sich aus der Esse entwickelte, zu erkennen gab. Es mußte noch Kalk zugesetzt werden, um noch eine flüssige Schlacke zu erhalten und um die Arbeit zu beschleunigen. Am kräftigsten wirkte die Pottasche, obgleich auch von dieser ein Theil zu verdampfen schien. Die sich bildende wenige Schlacke war höchstens dünnflüssig. Ein Einsatz von 20 Ctrn. gut weißenden Roheisens, welches mit Zusatz von Kalkstein zum Raffiniren $1^1/_2$ Stunde Zeit erfordert hatte, konnte schon in einer Stunde abgestochen werden. Ein zweiter Einsatz von bei warmer Luft erblasenem Roheisen und von außergewöhnlich gaarer Beschaffenheit erforderte aber auch fast 5 Stunden Zeit, bis zum völligen Weißwerden. Von letzterem Roheisen wurde auch ein Einsatz mit Zusatz von Braunstein gemacht, und dabei 7 Pfd. desselben mit 30 Pfd. Eisenerz vermengt angewendet. Bei recht flüssiger Schlacke fand jedoch ein geringerer Erfolg statt, als bei der Pottasche, indem die Raffinirarbeit fast $^1/_2$ Stunde länger dauerte. Noch weniger und fast nicht besser als der Kalkstein wirkte der Salpeter, wahrscheinlich weil bei diesem der Sauerstoffgehalt sich zu schnell entwickelte.

Es war nun noch ein Versuch übrig, um möglicher Weise zum Zweck zu gelangen, nämlich die Erhitzung des Windes und zwar sowohl des zur Verbrennung der Gase als des zur eigentlichen Läuterung dienenden, um dadurch vielleicht eine kräftigere Einwirkung auf das treibende Eisen zu erreichen. Die Erhitzung geschah durch einen in der Esse angebrachten Röhren-Apparat. Die Luft erhielt dadurch eine Temperatur bis 200° R = 250° C. Das Resultat dieses vielversprechenden Versuchs fiel aber ungünstig aus, was jedoch nicht der

Fall gewesen sein würde, wenn dem Werke ein recht feuerfestes Material für die Flammenofen zu Gebote stände. Das Einschmelzen des Roheisens erfolgte zwar ¼ Stunde früher als bei kaltem Winde, die Läuterung des Eisens wurde aber eher verzögert, als beschleunigt. Der Grund dieses unerwarteten Erfolges ist nur darin zu suchen, daß bei der noch intensivern Hitze ein zu starkes Ausschmelzen des Flammenofens Statt fand, in Folge dessen die beiden Seitendüsen zurückgezogen werden mußten, wodurch nun der Wind nicht mehr so kräftig auf das Eisen einwirken konnte. Die Schlackenbildung wurde auch bedeutender, und deßhalb fiel auch der Roheisen-Abgang etwas höher aus als sonst. Der Kohlenverbrauch blieb derselbe. Der Hauptzweck einer vermehrten Production durch Beschleunigung des Prozesses wurde um so weniger erreicht, als die Ofenreparaturen bedeutender wurden, was auch nachtheilig auf den Kohlenverbrauch zurückwirkte. Bei dem Versuch, die Ofenhitze durch Ermäßigung der Gasquantität, so wie verhältnißmäßig auch der des Windes, auf die frühere bei kaltem Winde stattfindende herabzustellen und so gleichzeitig eine Kohlenersparniß zu bewirken, zeigte sich die Flamme zu kurz, so daß sich die ganze Hitze nur auf eine geringe Erstreckung von der Gasbrücke aus concentrirte und die Schmelzung des Eisens weniger rasch und gleichförmig von Statten ging als bei kaltem Winde. Dagegen wird bei einem Brennmaterial, welches geringer wasserstoffhaltig ist, als die hiesige Steinkohle, die Anwendung der erhitzten Luft immer unentbehrlich sein.

Um das Verhalten des Holzkohlen-Roheisens beim Raffiniren mit dem eben beschriebenen des Koaks-Roheisens vergleichen zu können, wurden mehrere 100 Ctr. Holzkohlen-Roheisen der Raffinirarbeit unterworfen und zwar theils für sich, theils in verschiedenen Verhältnissen mit Koaks-Roheisen zusammen. Das Holzkohlen-Roheisen war auf der Gräflich v. Henkel'schen Hugo-Hütte bei Tarnowitz aus mit den Brauneisenerzen bei sehr leichtflüssiger Beschickung und bei nur schwach gepreßtem und dabei kaltem Winde erblasen worden und zwar vollkommen gaar. Dem ohngeachtet aber ging daß Weißen dieses gaaren Roheisens sehr schwach von Statten.

Es wurden Einsätze von nur 18 bis 20 Ctr. Roheisen gemacht, weil die früheren Heerde nicht mehr fassen konnten. Das Roheisen schmolz in etwa 2 Stunden recht flüssig ein und konnte bei Anwendung der gewöhnlichen Zuschläge — Eisenerz oder Kalkstein — in Zeit von 1 bis 1½ Stunden als vollkommen raffinirt abgestochen worden. Dagegen würde ein Koaks-Roheisen von gleicher Gaare 4 bis 5 Stunden Zeit erfordert haben. Die Menge der höchst flüssigen Schlacke war gering, und selbst dann wenn gar kein Zuschlag angewendet wurde, erzeugte sich eine ziemlich dünnflüssige Schlacke, wobei sich indessen die Raffinirung um etwa ½ Stunde verzögerte, auch der Abgang etwas höher ausfiel. Der Kohlenverbrauch für 1 Ctr. Rein-Eisen kam noch nicht auf

1 Cubikf. und der Roheisen-Abgang durchschnittlich auf 5,2 Proz. Dabei muß indeß bemerkt werden, daß letzterer bei den ersten Einsetzen, wo die Läuterung so weit getrieben worden, daß ein luckiges weißes Eisen erfolgte, 7,6 Proz. betragen hat, wodurch sich der Durchschnitt etwas höher stellte. Ein solches luckiges Rein-Eisen läßt sich aber im Puddelofen nicht mehr mit Vortheil verarbeiten, indem es schwer einschmilzt, sehr trocken geht und dabei zu rasch gaart, weßhalb es auch einen stärkeren Abgang erleidet.

Bei diesem ausgezeichneten Verhalten des Holzkohlen-Roheisens war es wohl zu erwarten, daß ein Zusatz desselben zum Koaks-Roheisen die Resultate der Raffinirarbeit verhältnißmäßig besser stellen werde, wie sich dies auch in der Wirklichkeit bestätigt hat.

Diese Versuche scheinen zwar von geringem praktischen Interesse, weil das Holzkohlen-Roheisen auch schon in seinem grauen Zustande sich recht gut verpuddeln läßt und deßhalb glücklicherweise gar nicht raffinirt zu werden braucht. Wo aber das Holzkohlen-Roheisen aus Erzen erblasen wird, welche Phosphor, Schwefel u. drgl. Bestandtheile in solchem Grade enthalten, daß aus dem Roheisen nur ein schlechtes Stabeisen dargestellt werden kann, da kann allerdings dem Uebel durch nichts besser abgeholfen werden als durch diesen Zwischenproceß der Läuterung im Flammenofen, bei welcher durch die unmittelbare Einwirkung des Gebläses zuverlässig eine vollkommen genügende Abscheidung jener schädlichen Bestandtheile bewirkt werden kann.

Gas-Puddel- und Schweißöfen zu Mautern in Steiermark. *) — Beiderlei Oefen werden mit Steinkohlen betrieben.

Der **Puddelofen** ist in den Fig. 1, 2 und 3, Taf. 2 dargestellt, und zwar in Fig. 1 im Durchschnitt nach A B, Fig. 3 in Fig. 2 im Durchschnitt nach C D in Fig. 3 im Grundriß nach E F. a ist der Generator mit dem Windkasten b, und dem Füllaparate c; d, zwei Knieröhren, durch welche die Gase aus dem Generator in den Raum e gelangen, wo sich die Flugasche ansammelt und durch die mit einer Thür zu verschließende Oeffnung F öfter ausgezogen wird; p ein Sicherheitsventil; g ein Windrohr mit einer schlitzartigen Oeffnung h, durch welche der in den hohlen Wandungen i des Puddelofens B erhitzte Wind zur Verbrennung der Gase eingeführt wird. C ein in der Esse N mit einer Thür m verschließbarer Raum, der zum Verglühen des Roheisens benutzt wird. Durch die vorhandene Esse wird übrigens soviel Zug erzeugt, daß nur ein unbedeutendes Hervordringen der Flamme aus der Arbeitsthür statt findet und die Arbeiter durchaus nicht belästigt werden.

Obgleich die Puddelversuche mit Kohlenklein in diesem Ofen durchaus

*) A. Tunner's Jahrbuch für den österreichischen Berg- u. Hüttenmann. III. bis IV. Jahrg. Wien 1847, S. 64 ꝛc.

glückten, so gab man sie doch auf, weil es bei dem unreinen Kohlenklein schwer hielt, ein nachtheiliges Ueberführen von Staubkohlen zu verhindern, man dieselben auch vortheilhafter zum Schweißen benutzen konnte und für den Puddelofen stets Stückkohlen blieben.

Der Schweißofen wird dagegen ununterbrochen mit dem werthlosen Kohlenklein betrieben. Fig. 4 Taf. II. stellt einen horizontalen Durchschnitt nach der Linie A B C, Fig. 5 einen Längendurchschnitt nach D E, und Fig. 6 einen Querschnitt des Gasgenerators nach G F vor. — a sind 2 Gasgeneratoren, die abwechselnd im Betriebe sind; b ein gemeinschaftlicher Füllaparat, bestehend aus zwei Gliedern α und β. Der äußere ist mit dem Gestelle γ, welches mit beiden Generatoren im Zusammenhange steht, fest verbunden, und hat 2 Oeffnungen, wovon die eine π in den Fülltrichter ε, die andere ϱ in den Generator mündet. Der innere Cylinder β ist mit der Stange η und der Kurbel μ verbunden und läßt sich in den äußern Cylinder drehen, hat ebenfalls zwei Oeffnungen π' und ϱ', die aber, wie aus der Abbildung ersichtlich, so gestellt sind, daß der innere Raum des Cylinders β entweder nur mit dem Fülltrichter ε oder dem Gasgenerator communiciren kann, wodurch ein Austritt der Gase beim Füllen des Generators durch den Füllapparat verhindert wird. λ sind zwei an den äußern Cylinder angeschraubte Deckel und c Schieber, die geöffnet oder geschlossen werden, je nachdem man das Brennmaterial in den einen oder den andern Generator fallen lassen will. d Gußeiserne Kästchen mit nur 9 Linien großen Oeffnungen e, durch welche der von F kommende Wind in den Generator gelangt, und die durch ihn correspondirenden Oeffnungen h gereinigt werden können, beim Betriebe aber mit einem passenden Eisenpfropfen geschlossen sind.

Die Gase gehen über die Brücke i abwärts in den Kanal k, setzen dort den größten Theil der Flugasche ab, steigen dann aufwärts durch m in das Gasrohr n und gelangen in den Kasten o, wo sie mit dem, durch die Ueberhitze des Schweißofens A in p erwärmten und durch die 6 Düsen q eingeführten Wind vermengt und verbrannt werden. x sind Schieber, durch welche die Communication zwischen beiden Generatoren bewerkstelligt und aufgehoben werden kann. Bei f und z thürartige Oeffnungen zum Reinigen der Gaskanäle und eben so bei w, durch welche das Räumen zwischen beiden Generatoren bewerkstelligt oder aufgehoben werden kann. y ein Schlackenstichloch, B ein Vorglühheerd, C ein Raum mit dem früher erwähnten Lufterhitzungsapparate p. Durch die größere Arbeitsöffnung r werden die früher im vordern Theile angewärmten Masseln, meist 5 an der Zahl zum Hitzgeber ein- und ausgetragen. Zur Erhitzung der Kolben dienen die kleinern Thüren s,s.

Ein wesentlicher Mangel bei dem Betriebe des Schweißofens zu Mautern ist, daß man zum Ausrecken der geschweißten Masseln kein Walzwerk hat, son-

dern die Anfertigung der Blechflammen (Stürze) lediglich unter den Hämmern geschehen muß. Hierbei kann in der Regel nur die eine Hälfte des in seiner ganzen Länge schweißenden Massels ausgereckt, und es muß die andere Hälfte dann erst wieder gewärmt werden, um auch diese ausschmieden zu können. Dadurch wird die Erzeugung, wenn nicht um die Hälfte, doch sicher gut um ein Drittel vermindert, und in dem Verhältniß der Brennmaterialaufwand und Calo (Abbrand) vermehrt. Zum Schlackenpressen und Ganzmachen ist der Hammer hier an seinem Platze, aber so wie dies geschehen, soll das Ausrecken zu Blechflammen, oder sogar zu Blechflammeln, in derselben Hitze unter einem Walzwerk geschehen.

Bei dem jetzigen, unvollkommenen Verfahren erzeugen 6 Mann in 24 Stunden, falls keine besondere Störung vorfällt, an 40 Ctr. Blechflammen, mit einem Aufwande von 130 bis 150 Pfd. Kohlenklein und 120 bis 121 Pfd. Puddlingsmasseln auf 100 Pfd. fertige Flammen. — Bei dem früher üblichen Ausheizen der Puddlingsmasseln mit Holzkohlen in einem Ausheizheerd, erzeugten 6 Mann in 24 Stunden bei ungestörtem Betriebe 30 Ctr. Blechflammen, mit einem Aufwande von 14 Kubikfuß Fichtenkohlen und 114 bis 115 Pfd. Puddlingsmasseln auf 100 Pfd. fertige Flammen.

Gaspuddel- und Gasschweiß-Oefen zu Lipitzbach, in Kärnthen.*)

Der Puddelofen ist ein Doppelofen, und der Gasgenerator von dem Heerde nur durch eine 2 Fuß breite Feuerbrücke getrennt; unter demselben befindet sich ein Rost. Der Aschenfall wird mit einer Thür geschlossen, welche mit Oeffnungen zur Regulirung des Zuges ist. Der Wind zur Verbrennung der Gase wird mittelst eines Wassertrommelgebläses um die Wände des Ofens geführt, was sich für deren Erhaltung als sehr vortheilhaft bewährte. Der Wind wird auf ohngefähr 150° R erhitzt und strömt am Ende der Feuerbrücke durch einen Schlitz in den großen Verbrennungsraum. Am Ende des Fuchses wurde ein Heerd zum Vorwärmen der Flossen angebracht, der wesentliche Dienste leistet. Als Brennmaterial dient weiches, 30 Zolllanges Scheitholz, von dem die Zainklafter im lufttrocknen Zustande 12 Ctr. wiegt. Es wird in ganzen Scheitern gedörrt, und so, ohne weitere Zerkleinerung verwendet.

Die jährliche Production an Puddel-Wallas (Kolben von $1^1/_2$ Zoll im Quadrat) bei einem Einsatze von 8 Ctr. und einem Abgange von 4 Proc. beträgt durchschnittlich 18000 Ctr. und wenn ganz entsprechende Flossen verfrischt werden konnten, bis 20,000 Ctr. Der Holzverbrauch besteht, die 30zöllige Klafter mit 60 Kubikfuß reiner Holzmasse angenommen, in 3,73 Kubikfuß auf den Centner.

---

*) Tunner's Jahrbuch. 1847. S. 386.

Schweißofen. Der Gasgenerator ist von dem des Puddelofens nicht wesentlich verschieden. Das Holz für denselben wird ebenfalls in Scheitern gedörrt, dann aber mit einer Kreissäge in 10 Zoll lange Stücke geschnitten, welche alsdann angewendet werden. Die Schweißhitze erfolgt weit schneller als früher; da jedoch die Zeit zum Auswalzen des Eisens nicht abgekürzt werden kann, so ist es erklärlich, daß die Holzersparung bei dem Schweißen nicht so groß als beim Verfrischen sein kann.

Ein Gasschweißofen kann jährlich 10000 Cntr. Puddel-Wallas aufarbeiten und verbraucht auf 1 Ctr. fertigen freien Walzeisens 7,68 Kubikfuß Holz. Am Eisenabgange hat sich keine Verminderung gezeigt.

Im Vergleich mit dem Holzverbrauch bei dem gewöhnlichen Flammenfrischen und Schweißen, welches zusammen 21 Kubikfuß Holzmasse erforderte, während beim Gasfrischen und Schweißen nur 11,41 Kubikfuß nöthig waren, stellt sich eine Ersparung von 19,59 Kubikfuß auf den Centner heraus. Noch auffallender aber ist das Resultat, wenn man die Gasmanipulation dem alten Frisch- und Schweißverfahren gegenüberstellt. Um 180000 Ctr. Frischeisen zu erzeugen, dieses auszuheitzen und auszuschmieden, waren à 2,4, im Ganzen 43,200 Schaff Kohlen, oder, da 1 Kubikklafter Holz à 180 Kubikfuß, 8 Schaff Kohlen giebt, 5400 Kubikklafter nöthig. Zum Auswalzen derselben à $^1/_{10}$ Klafter 30zölliges Holz, und bei 4 Procent Abgang, waren nach weitern 600 Kubikklafter erforderlich, und man erhielt 17280 Ctr. Walzeisen, welche also im Ganzen 6000 Kubikklafter Holz erforderten.

Bei dem jetzigen Verfahren verbraucht man zu 17280 Ctr. fertigem Walzeisen 20330 Ctr. Puddel-Wallas und zu diesem 421,65 Kubikklafter Holz, zum Ausschweißen aber 737,27 Kubikklafter, also zusammen 1158,92 Kubikklafter. Es zeigt sich mithin ein geringerer Verbrauch von 38728 Schaff Kohlen, oder 4841,08 Kubikklafter Holz, zu deren Gewinnung jährlich 161 Joch schlagbaren Waldes erforderlich waren. Das zum Dörren des Holzes nöthige Material bestand in Holzabfällen, die dort weiter keinen Werth haben und daher nicht in Rechnung kommen. Es hat jedoch keine Schwierigkeit, die Menge des zum Dörren erforderlichen Holzes zu bestimmen.

Es giebt diese Berechnung wiederum einen schlagenden Beweis von dem großen Vorzug und Vortheil des Gasbetriebes gegen jeden andern; eine Holzersparung von 50 bis 60 Procent, ein etwas geringerer Eisenabgang und eine um 25 Proc. höhere Production!

Die Gründe für diese so außerordentlich günstigen Resultate sind folgende:

1) Eine vollkommnere Verbrennung der aus den Brennmateriale entwickelten Gase, welches sich dadurch zeigt, daß man in geringer Höhe über der Fuchsmündung keine Flammen mehr in der Esse sieht, während sie bei gewöhnlichen Flammöfen noch an der Essenmündung zum Vorschein kommt.

2) Die durch den Windstrom mehr nach dem Heerde getriebene Hitze, welche sonst hauptsächlich am Heerdgewölbe unwirksam durch den Ofen strömt.

3) Eine vollkommne Regulirung der Hitze und der mehr oder weniger oxydirenden Flammen, welches durch die Veränderungen der Windmenge, der zur Verbrennung der Gase angewendet, weit leichter und vollständiger bewerkstelligt werden kann, als durch die Regulirung der unter den Rost gelangenden Luftmenge mittelst der Stellung der Essenklappe.

Das Nachgeben der Holzscheite geschieht alle 5 bis 15 Minuten, wobei thunlichst rasch verfahren und auf eine regelmäßige gleiche Vertheilung der Scheite gesehen werden muß.

Zu den §.§. 143. und f. f., den **Puddelprozeß** betreffend, theilen wir hier zuvörderst eine verbessertes Verfahren vom Hrn. Krause (Berg- u. Hüttenm. Zeit 1847. S. 401.) mit.

Der Zweck des Puddelns und Frischens ist, dem Roheisen den Kohlenstoff, das Silicium und den Phosphor zu entziehen. Dies wird dadurch bewirkt, daß das Eisen durch Einschmelzen in flüssigen Zustand gebracht, durch Einwirkung der atmosphärischen Luft der Sauerstoff derselben einerseits sich mit dem Kohlenstoff des Eisens zu Kohlenoxydgas verbindet, welches gasförmig mit bläulicher Flamme brennend entweicht, andererseits das Silicium zu Silicat oxydirt, welches als Säure auftretend sich mit den vorfindlichen Basen — Eisenoxydul und Oxyd — verbindet und als Frischschlacke ausgeschieden wird. Betrachtet man mit Aufmerksamkeit den gewöhnlichen Frisch- und Puddlingsproceß, erwägt man ferner, welche große Verwandtschaft der Sauerstoff der atmosphärischen Luft zu dem Eisen, namentlich bei hohen Temperaturen hat, um sich mit diesem zu Oxydul und Oxyd zu verbinden, so findet man erklärlich, warum öfters 28 — 30 Proc. Eisenverlust beim Frischen stattfindet und warum die Frischschlacke mehr Eisengehalt (oft 70 Proc.) als der beste Eisenstein hat, während dem Roheisen höchstens nur 7 Proc. fremde Bestandtheile beigemischt sind. Ferner ist es erklärlich, warum beim Puddeln der Eisenverlust geringer als beim Heerdfrischen sich herausstellt; warum eben auch das verpuddelte Eisen stets noch siliciumhaltiger als das gefrischte ist.

Diese Verluste zu vermeiden oder doch zu vermindern, Brennstoff zu ersparen und zugleich ein reineres Produkt herzustellen, war ein Gegenstand unsers Forschens.

Man erreicht den Zweck:

1) dadurch, daß man beim Puddeln statt der gewöhnlichen Flamme eine Gasart zuführte, die, mit atmosphärischer Luft vereinigt brennend, eine hohe Hitze entwickelte, wodurch das Eisen in Fluß gebracht wurde, zugleich aber auch eine große Verwandtschaft zum Eisen äußernd, sich mit demselben rasch verbindet und es entkohlenstoffend, gegen fortgesetzte Oxydation schützt. Ferner:

2) indem man den zur Schlackenbildung unentbehrlichen Basen geeignete Zuschläge zusetzte, die genau eine solche Zusammensetzung haben, daß in solcher Temperatur so viel Sauerstoff freiwird, als nöthig ist, um die Umbildung des Siliciums zu leichtflüssigen Silikaten zu vermitteln, ohne einen Verlust an Eisen zu veranlassen, zugleich aber auch die erforderlichen Basen zur Bindung des Schwefels und Phosphors hergeben.

Jene Gasart, welche die zu jenem Zwecke erforderlichen Eigenschaften in sich vereinigt, ist nun aber das „Wasserstoffgas".

Die Anwendung desselben gründet sich theils auf bereits bekannte, unbestrittene Thatsachen, theis auf aus angestellten Versuchen hergegangenen Erfahrungen.

Die intensivste Hitze erzielt man durch Verbrennung von Wasserstoff in Verbindung mit atmosphärischer Luft.

Das Erwärmungsvermögen des Wasserstoffgas verhält sich zu dem der beßten Holzkohle wie 5 zu 1.

Folgende aus Erfahrungsresultaten der berühmtesten Chemiker zusammengestellte Vergleichung wird jene Behauptung belegen.

1 Loth Wasserstoffgas erwärmt Wasser von 0 bis 80° R., 236,40 Loth nach Desprez, und Element. 1 Loth Kohlenwasserstoffgas erwärmt Wasser von 9 bis 80° R., 63,75 nach Dalton. 1 Loth Kohlenoxydgas erwärmt Wasser von 0 bis 80° R, 18,57 nach Dalton. 1 Loth Holzkohlen, beßte harte, erwärmt Wasser von 8 bis 80° R., 70,50 nach Element, 1Loth Steinkohlen, erster Qualität, erwärmt Wasser von 0 bis 80° R., 70,50 nach Element. 1 Loth Steinkohlen zweiter Qalität erwärmt Wasser von 0 bis 80° R., 59,85 nach Element. 1 Loth Koaks mit 10 Proc. Aschengehalt erwärmt Wasser von 0 bis 80° R., 66,00 nach Dumas. 1 Loth lufttrocknes Holz erwärmt Wasser von 0 bis 80° R., 26,00 nach Element. 1 Loth Torf erwärmt Wasser von 0 bis 80° R., 15,00 nach Element.

Einen Kubikfuß Wasserstoffgas mit 3 Kubikfuß auf 150° R. erhitzter atmosphärischen Luft gemischt, ließ man in einem dunkelrothglühenden Tiegel durch eine an der Seite angebrachte Oeffnung strömen. Die Temperatur wurde augenblicklich bis zur intensivsten Weißglühhitze gesteigert. Im Tiegel befindliches Gußeisen kam vollkommen zum Fluß.

Von der Verwandtschaft des Wasserstoffgases zum Kohlenstoff überzeugte man sich durch folgenden Versuch.

In einem Tiegel, an welchem zwei Röhren (Flintenläufe) in gegen einanderüberstehende Seitenwände eingekittet waren, wurden kleine Gußeisenstücke in einem Windofen bis zum Weißglühen erhitzt. Durch das eine Rohr wurde Wasserstoffgas geleitet, so daß es über das erhitzte Eisen streichen und dort verbrennen mußte. Die aus dem entgegenstehenden Rohre ausströmende Gasart wurde aufgefangen und untersucht und verhielt sich wie reines Kohlenwasserstoffgas. Das

im Tiegel befindliche Eisen hatte nach dem Erkalten alle Eigenschaften des Schmiedeeisens und war ganz kohlenstofffrei.

Das Wasserstoffgas ist, außer im Wasser, welches aus zwei Volumen Wasserstoffgas und einem Volumen Sauerstoff besteht, in allen organischen Körpern anzutreffen, kommt aber nie in isolirten reinem Zustande in der Natur vor. Seine Gewinnung ist am sichersten durch Zersetzung des Wassers zu erzielen, indem man den Sauerstoff an einem ihm näher verwandten Stoff treten läßt. Man hat dazu zwei Wege. 1) Indem man Wasserdämpfe durch glühende eiserne Röhren, die mit Draht und Eisenabgängen lose gefüllt sind, streichen läßt und 2) indem man in verdünnten Säuren Metalle auflös't, in welchem Falle sich der Sauerstoff mit dem Metalle zu Oxyd verbindet und der Wasserstoff in Gasgestalt frei wird.

Zur Anwendung beim Puddeln und Frischen ist blos die erste Darstellungsart ausführbar, sowohl wegen größerer Reinheit des gewonnenen Gases, als auch in ökonomischer Beziehung.

Ein Kubikfuß Wasser in Dämpfe verwandelt und auf angedeutete Weise zersetzt, giebt bei ganz vollkommener Behandlung 1050 Kubikfuß Wasserstoffgas oder 100 Pfund Wasser 2500 Kubikfuß Gas. Eine nicht ganz vollkommene Zersetzung des Wassers schadet im vorliegenden Falle inzwischen nichts, da die noch mechanisch dem Gase beigemischten Wassertheilchen sich im Ofen vollständig zersetzen. Bei guter Direction des Feuers und gehöriger Regulirung der Dämpfe erfolgt jedoch die Zersetzung stets vollkommen.

Die Darstellung des Wasserstoffgases ist die am billigsten, wo in der Nähe des Puddlingsofens oder Frischheerdes ein Hohofen befindlich ist. Doch läßt sich das Gas in eisernen Röhren ohne Unbequemlichkeit mehrere hundert Fuß fortleiten.

Ueber der Gicht a (Fig. 12. Taf. 1.) des Hohofens werden zwei gußeiserne Rohre so angebracht, daß sie stets hellroth glühen. Dieselben habe 6 Zoll lichten Durchmesser und sind so lang, daß sie auf beiden Seiten der Gicht 8 bis 9 Zoll herausragen. An dem einen Ende wird durch einen Deckel mittelst Keil der Verschluß bewerkstelligt, während das andere Ende ganz geschlossen ist. An der durch den Deckel verschlossenen Seite mündet oben auf dem Cylinder das Dampfrohr c ein. Dieses hat 2 Zoll innern Durchmesser, ist von Kupfer oder Gußeisen und wird auf den Cylinder mittelst Schrauben oder Nieten und Eisenkitt luftdicht befestigt. Auf gleiche Weise ist auf der anderen Seite das Gasableitungsrohr t, welches 3 Zoll lichten Durchmesser haben muß, befestigt.

Beide Gasableitungsrohre vereinigen sich in ein einziges Rohr von $4^1/_2$ Zoll lichten Durchmesser, welches das Gas an den Ort seiner Verwendung leitet. Der Verschluß der Oeffnung der Cylinder, durch welche Draht-, Blech-

oder andere Eisenabgänge hinein und wieder herausgeschafft werden, ist ganz einfach; der Rand des Cylinders wird mit geschlemmtem Lehm und Pferdemist ausgestrichen, der Deckel daran gesetzt und durch den Keil angezogen. Da die Dämpfe keinem Druck zu widerstehen haben, so hält dieser einfache Verschluß zur Genüge. Durch die mit den Eisenabgängen gefüllten Cylinder streichen nun die Wasserdämpfe ungehindert, der Sauerstoff verbindet sich mit dem glühenden Eisen zu Oxydul und Oxyd und der freiwerdende Wasserstoff entweicht durch die Ableitungsrohre. Die abgehenden Dämpfe einer Dampfmaschine können benutzt werden; wo dies nicht thunlich, entwickelte man sie in einem eigenen kleinen Kessel von 8 Kubikfuß Raumgehalt, der ebenfalls durch die Gichtflamme erwärmt werden kann. Die Dampfröhren müssen zur Regulirung mit Hähnen versehen sein. Eine andere Methode zur Gewinnung des reinen Wasserstoffgases, die gewöhnlich da anwendbar ist, wo kein Hohofen zur Disposition steht, aber Torf, Braunkohlen, auch schlechte Steinkohlen billig zu haben sind, ist folgende:

In einem dazu construirten Ofen werden obige beliebige Brennmaterialien so verbrannt, daß die Produkte der Verbrennung — Kohlenwasserstoffgas mit etwas Kohlenoxydgas — durch einen Kanal entweichen, worin zwei Röhren einmünden, welche die Gase durch zwei Cylinder leiten, die in demselben Ofen liegen und stets hellroth glühn. Diese Cylinder sind den oben beschriebenen ganz ähnlich construirt.

In diese Cylinder werden gut ausgeschmiedete Stangen Schmiedeeisen gebracht und noch mit andern Schmiedeeisenabgängen lose angefüllt. Indem die Gase durch den Cylinder und über das glühende Eisen streichen, werden sie zersetzt, der Kohlenstoff trennt sich und verbindet sich mit dem Eisen, welches in besten Stahl umgewandelt ist. Das Eisen muß von Zeit zu Zeit herausgenommen und durch anderes ersetzt werden. Das auf diese Weise erzeugte Gas ist zwar nicht absolut reines Wasserstoffgas, sondern mit etwas Stickgas oder atmosphärischer Luft vermengt, was jedoch der Verwendung zum Puddeln und Frischen keinen Schaden bringt.

Das Erwärmungsvermögen ist sehr bedeutend, indem durch 1 Loth 178,36 Loth Wasser von 0 bis 80° R., erwärmt wird, wogegen 1 Loth Kohlenoxydgas bei der Methode des **Faber du Faur** nur 18,57 Wasser zu 80°R. erwärmt. Die Gasleitungsröhren sind ebenfalls auf die Cylinder, da, wo sie aus dem Ofen hervor ragen, aufgesetzt und vereinigen sich in ein einziges größeres. Die Gasleitungsröhren erfordern aber einen größeren Durchmesser und müssen jeder $3^1/_2$ Zoll, das vereinte aber 6 Zoll innern Durchmesser haben.

Der Puddlingsofen ist wie gewöhnlich construirt, nur mit dem Unterschiede, daß Feuerheerd und Fuchs ganz verfallen. An der Stelle des Fuchses mün-

det das Gasrohr und Luftrohr ein, die Mündung ist 2 Fuß lang und nur $^3/_8$ Zoll weit und schließt sich keilförmig an das Gasrohr an, so daß das Gas sich über die ganze Breite des Ofens verbreiten kann. Das Mundstück ist von Gußeisen und mittelst Flaschen mit dem Gasrohr verbunden. Zwischen dem Mundstück und dem Gasrohr ist ein 6 Zoll langer und 7 Zoll inneren Durchmesser haltender Cylinder luftdicht durch Flantschen festgemacht, in welchem 8 Ringe mit sehr dünnen und möglichst engem Drathgeflecht scheibenartig eingesetzt sind, so daß zwischen jeder Scheibe $^1/_8$ Zoll Zwischenraum bleibt; das Gas ist gezwungen, durch diese Drahtgeflechte hindurch zu gehen. Es ist dies zur völligen Sicherstellung gegen denkbare Entzündung und Explosionen angebracht. Die Einströmung des Gases ist horizontal und parallel mit der Heerdfläche und zwar in einer Höhe, daß das Gas bei voller Besetzung des Ofens noch zwei Zoll über geschmolzenes Eisen und Schlacken streicht. Das Luft- oder Windrohr mündet an derselben Stelle 2 Zoll über der Mündung des Gasrohres ein. Das Mundstück von Gußeisen hat dieselben Dimensionen und gleiche Form, ist aber in seiner Lage etwas gegen die Heerdfläche geneigt, so daß der Luftstrom das ausströmende Gas 6 bis 7 Zoll von der Mündung berührt und dadurch die brennenden Gase wieder auf das Eisen gedrückt werden. Die nöthige Luft wird durch ein Windradgebläse eingetrieben und dieselbe entweder an der Gicht des Hohofens, oder wo die Oertlichkeit dies nicht zuläßt, auf andere angemessene Weise bis auf 150—200° R. erhitzt.

Die Luft darf nur mit einer geringen Pressung in den Ofen strömen. Die Quantität pr. Minute, so wie die Pressung läßt sich bald durch die Erfahrung feststellen.

A. Fig. 11, Durchschnitt der Mündung des Gasleitungsrohres in Verbindung des Mittelrohres der Drahtscheiben und des Leitungsrohres.

B. Vordere Ansicht der Mündung.

C. Querschnitt der Mündung.

Wenn der Ofen die gehörige Weißglühhitze erlangt hat — was nur langsam geht, da die Wirkung der brennenden Gase eigentlich erst beginnt, wenn die Wandungen des Ofens durchgewärmt sind — dann erst wird das Eisen wie gewöhnlich eingesetzt. Das Einschmelzen geht vermöge der intensiven Hitze sehr schnell von Statten und bedarf kaum zwei Drittel der früheren Zeit. Vortheilhaft ist es, gleich anfangs Frischschlacke zuzusetzen. Das eingeschmolzene Eisen ist selten zum Rohgang geneigt, da es bereits während des Einschmelzens schon einen Theil des Kohlenstoffes verloren. Es ist dickflüssiger und mehr oder weniger breiartig, je nachdem reines Wasserstoffgas vorherrschend war.

Ist alles vollkommen eingeschmolzen, fühlt der Arbeiter mit dem Instrumente keine ungeschmolzenen Stücke, so mäßigt man die Hitze, indem der Wasserdampf bis auf wenig abgesperrt wird, oder im Fall man die zweite

Methode anwendet, der Eintritt der atmosphärischen Luft unter den Rost des Gasentwickelungsofens abgeschlossen wird. Ebenfalls vermindert man das Zuströmen des heißen Windes. Die Oberfläche des Eisens ist jetzt mit einer zolldicken Schlackendecke belegt. Die Schlacke muß weder zu dünnflüssig, noch zu zähe sein. Dies ist der Zeitpunkt, wo das Silicium zu Silicat oxydirt und als dieses ausgeschieden werden soll. Soll solches nun nicht mehr auf Kosten des Eisens geschehen, so muß man dem Prozeß durch Sauerstoff und Basen gebende Zuschläge zu Hülfe kommen. Ist nämlich der Sauerstoff der Luft das einzig wirkende Agens, so entsteht eben jener große Abbrand. Kann man denselben durch gehörige Manipulation etwas vermindern, so wird das Silicium doch nicht gänzlich entfernt, wodurch wieder die Dehnbarkeit und Zähigkeit des Eisens beeinträchtigt wird.

Ein guter Zuschlag besteht aus 3 Theilen Braunstein, 2 Theilen Kalk, 5 Theilen Rotheisenstein.

Die angegebenen Materialien werden ganz fein zerpocht, gesiebt und innig mit einander vermengt und so verwahrt, daß sie nur in höchst trockenem Zustande zur Anwendung kommen können.

Hat man Eisen zu verarbeiten, welches viel Phosphor und Schwefel enthält, so setzt man der Mengung einige Theile Kalk mehr zu, um eine mehr alkalische Schlacke zu erzielen.

Von der beschriebenen Mengung giebt man auf das flüssige Eisen 5 bis 6 Procent; ist das Eisen aber siliciumhaltig, 8 Proc. in Portionen von ca. 1 Pfd. Man wickelt jede Portion in Papier und sucht sie durch Eintauchen und Umrühren unter das Eisen und die Schlacke zu bringen, verfährt übrigens mit dieser Procedur so schnell als nur möglich. Nach einigen Minuten wird man eine kochende Bewegung in der Masse wahrnehmen; es zeigen sich Blasen und kleine bläulich brennende Flämmchen als Beweis der chemischen Einwirkung.

Hierauf beginnt man das Aufbrechen und Gaarmachen. Der Arbeiter sucht mit dem Instrumente das Eisen gut durch einander zu arbeiten. Die Masse wird steifer, körnig und beginnt zu krystallisiren. Während dieser Arbeit läßt man das Gas mit weniger Luft oder Wind einströmen.

Da die Einwirkung sehr schnell erfolgt und der Proceß gegen früher sehr abgekürzt ist, so erfordert es von Seiten des Arbeiters einige Gewandtheit, um die steife Eisenmasse in möglichst kurzer Zeit gut durchzuarbeiten.

Hat das Eisen die nöthige Gaare erlangt so wird es wie früher im Ofen in Stücke getheilt und dann unter Hammer und Walzen gebracht, wo die leichtflüssige Schlacke sich leicht abscheidet.

Das auf diese Weise erhaltene Eisen zeichnet sich vorzüglich durch seine Reinheit und sehnigte Textur aus. Phosphor und Schwefel sind bis auf die ge-

ringste Spur vertilgt; theils sind sie gasförmig entwichen, theils haben sie sich mit der alkalischen Schlacke verbunden.

Auf diese Weise kann das weißeste Roheisen so gut wie graues, ohne daß es des Feinmachens bedürfte, gepuddelt werden.

Zu bemerken ist noch, daß, wenn das Wasserstoffgas aus Wasser gewonnen wird, man das Eisen und dessen Abfälle in den Cylindern häufig erneuern muß, da das Eisen zu Oxydul und Oxyd wird, die aus den Cylindern entfernt und zum Wiedereinschmelzen benutzt werden.

Da, wo es die Oertlichkeit gestattet, ist die Methode, das Gas aus dem Wasser zu gewinnen, unstreitig die wohlfeilste und reducirt sich bei derselben der Brennmaterialaufwand fast auf Null.

Sehr wichtig ist aber das zweite Gasgewinnungsverfahren wegen der Nebenerzielung von vorzüglichem Stahl und auch deshalb, weil man jedes, auch das schlechteste Brennmaterial anwenden kann.

Die Vortheile, welche die Methode, mit Wasserstoffgas zu puddeln gegen die von **Faber du Faur** mit Kohlenoxydgas darbietet, müssen jedem Sachverständigen einleuchten, obgleich nicht in Abrede zu stellen ist, da die Sache noch jung, die Erfahrung noch viele Vortheile und Handgriffe lehren muß, ehe das Verfahren als vollkommen ausgebildet betrachtet werden kann.

Auf der Hütte zu Mautern in Steiermark haben die Puddelöfen das Eigenthümliche, daß durch die gußeiserne, mit einer 3zölligen Oeffnung versehene Feuerbrücke, Gebläseluft geleitet, auf 60 bis 80 Grad erhitzt, und dann von rückwärts durch 7 Düsenöffnungen von etwa $^3/_4$zölligen Mündungen, 6 Zoll über dem Roste, in das auf dem letzteren befindliche Brennmateriale geleitet wird. Es geschieht hierbei also die Verbrennung der Steinkohle nicht blos durch die unter den Rost tretende Atmosphäre, sondern zugleich noch durch einen gepreßten, etwas erhitzten Luftstrom. Man soll dadurch einen etwas verminderten Brennmaterialaufwand erzielt haben. Im Uebrigen sind es einfache Puddlingsöfen, mit einer Heerdfläche von 4 Fuß 7 Zoll ins Quadrat und abgerundeten Ecken. Eine Roheisencharge bestehet aus 350 Pfund, wovon ungefähr $^2/_3$ halbirtes Roheisen von Lietzen, das übrige Vordernberger Floßen sind; nur die letzteren werden in dem Vorglühheerde vorgewärmt, um sie sodann mit dem ersteren, leichtflüssigeren nahe gleichzeitig zum Schmelzen zu bringen. Solche Chargen werden in 12 Stunden 6 bis 7 gemacht, und dabei stellt sich bis zu den Masseln ein Calo von 7 bis 8 Procent und ein Steinkohlenverbrauch von 180 bis 200 Pfund pr. 100 Pfund Masseln heraus. Arbeiter sind gleichzeitig drei bei einem Puddlingsofen.

Holz=Puddelofen. — Wir beschreiben hier einen mit Holz gefeuerten Puddelofen, mit sogenannten Pultrost, der auf der Hütte zu Hammerau in Oberbaiern im Betriebe und in Fig. 7, Taf. II. im Grundrisse und im Fig.

8. im senkrechten Durchschnitt abgebildet ist. Das Eigenthümliche der Pultfeuerung besteht darin, daß kein Rost vorhanden ist, sondern das schachtartige Mauerwerk A des Rostraums geht durch die sonst darüber befindliche Gewölbe-Mauerung frei durch, nur hat sich dasselbe auf jeder der zwei gegenüberstehenden kürzern Wände, etwa 1 Fuß unter dem Rande, oder 1 Zoll höher, als die sich daran schließende Gewölbmauer B über der Feuerbrücke, einen Absatz a von 2 Zoll, so daß also dieser schachtartige Raum von seinem Rande (oder 1 Zoll höher, als die sich daran schließende Gewölbsmauer B. über der Feuerbrücke), einen Absatz a von 2 Zoll, so das also dieser schachtartige Raum von seinem Rande 1 Fuß nieder um 4 Zoll länger ist, als weiter unten. Diese Absätze nun dienen den bis auf einige Zoll gleich langen Holzscheitern an ihren beiterseidigen Enden zur Auflage, welche dadurch gleichsam selbst den Rost bilden, der sich hierbei aber oberhalb der Feuerbrücke befindet, indem der Eintritt der atmosphärischen Luft durch die freien Räume zwischen den Scheitern von oben statt findet, durch den Zug der Esse vorerst nach abwärts und dann über die Feuerbrücke C in den Arbeitsraum geführt wird. Der Rostraum unter der Feuerbrücke wird mit Kohlenlösche bis auf einen Abstand von 6 bis 12 Zoll unter der Brücke gefüllt, und seine seitwärtige Oeffnung D nach der Hüttensohle ist mit Platten dicht geschlossen, welche nur dann fortgenommen werden, wenn man die ganze Schachtfüllung ausräumen will. Die zuerst in ihrer Mitte abgebrannten Scheiter fallen bis auf diese Kohlenlöschfüllung nieder, verbrennen daselbst jedoch so vollkommen, daß immer auch ein Theil der Kohlenlösche mit verzehrt wird, und darum jede Woche wieder etwas Lösche nachgefüllt werden muß. Das Nachgeben der Scheiter geschieht hierbei also von oben, und zwar sehr bequem mit der bloßen Hand, indem alle Hitze nach abwärts zieht, wobei man zugleich die Bequemlichkeit hat, daß man immer genau sieht, wann ein Nachgeben oder besseres Angleichen der Scheiter nothwendig wird. Nur bei besonderern Störungen des Zuges, wenn z. B. behufs des Herausnehmens der Puddlingsluppen die große Arbeitsthüre plötzlich ganz geöffnet wird, schlägt die Flamme etwas nach aufwärts durch, und zu dem Ende befindet sich über der Oeffnung E des Rostschachtes auf starken Dräthen ein blecherner Mantel als Funkenfänger aufgehängt, welcher mit einem durch das Dach führenden Blechrohre versehen sein kann; übrigens ist selbst dieses nur eine Vorsicht, keine absolute Nothwendigkeit. Damit die obere Mündung des Rostschachtes nicht mechanisch mit den nachzulegenden Scheitern abgestoßen werden kann, ist dieselbe mit einem entsprechend großen, gußeisernen Rahmen b versehen, und um die Breite des Schachtes in der Gegend, wo die Scheiter zu liegen kommen, nach Zulässigkeit zu vermindern, hat man eigene gußeiserne Zulagplatten F, welche beiderseits mit Aufsätzen versehen sind, und anliegend an der Gewölbmauerung, gleichsam als Fortsetzung dieser, in beliebiger Anzahl

eingehängt werden können. Es ist kaum zu zweifeln, daß diese Pultfeuerung, natürlich bloß bei Scheitern anwendbar, unseren gewöhnlichen Rostfeuerungen aus mehreren Gründen vorzuziehen sein dürfte; allein hoffentlich werden wir ohnedies bald dahin gelangen, daß man nur mit Gasfeuerung arbeiten wird. Die bei der Fuchs- und Feuerbrücke angebrachte Wasserkühlung, wie der ganze übrige Bau des Ofens, und ingleichen die Puddlingsarbeit selbst, bieten nichts Besonderes dar. Es werden Chargen mit 400 bis 450 Pfund Roheiseneinsatz gemacht. Der Holzaufwand pr. 100 Pfund Puddlingsmasseln beträgt nach einem längern Durchschnitte nicht ganz 10 Kubikfuß Scheiter sammt Zwischenräumen, oder $5^1/_3$ massive Kubikfuß Holzmasse, und der Calo ist 6 bis 7 Procent, durchaus graues Roheisen.

Als Zusatz zu §. 202. ff., wo von den Puddelöfen geredet wird, die zu Neuberg in Steiermark im Betriebe sind, und die mit Holz gefeuert werden, haben wir hier Folgendes zu bemerken.

Eine wesentliche Vervollkommnung und Verbesserung jener Holzpuddelöfen besteht darin, daß man die doppelten Puddelöfen, die sogenannten Doppelöfen, jetzt mit einer ungetheilten Heerdfläche, und mit zwei an den gegenüber liegenden Seiten angebrachten Arbeitsthüren, ähnlich den kärnthnerischen Puddelöfen, eingerichtet hat; nur sind in Neuberg die zwei Arbeitsthüren einander nicht gerade gegenüber, sondern die eine mehr nach der Feuerbrücke, die andere mehr der Fuchsbrücke genähert. Man ist mit dieser neuen Einrichtung, womit zugleich eine kleine Aenderung in der Gewölbsconstruction verbunden wurde, im Vergleiche mit der früheren sehr zufrieden; namentlich soll dadurch eine nicht unbeträchtliche Holzersparung erzielt worden sein. Ein solcher Doppelpuddelofen erzeugt pr. Woche, d. i. in 10 vollen zwölfstündigen Arbeitsschichten, mit 55 bis 60 Chargen bei 340 Ctr. Millbares oder Rohschienen, wobei sich der Calo zu $5^1/_2$ bis $6^1/_2$ Procent, und der wöchentliche Holzaufwand, ohne das Anheizmateriale, zu 27 bis 26 Klafter gedörrtes Scheitholz, die Klafter zu 58 Kubikfuß massive Holzmasse, stellt. Der Roheiseneinsatz pro Charge bestand in 600 Pfund Flossen und 100 Pfund Klaubeisen. Die in der Neuberger Pudelhütte neu aufgestellte Railswalzenlinie ist von sehr solider Construction. Sie hat ein aus Guß- und Schmiedeeisen hergestelltes, 350 Ctr. im Eisen schweres, oberschlächtiges Wasserrad, nur dessen Welle, und der Boden des Radkranzes sind aus Holz, welches allein 7000 Gulden kostet. Ferner ein doppeltes Vorgelege, Schwungrad und 2 Paar Walzengerüste, d. i. Vor- und Vollendwalzen, und gußeiserne Fundamentplatten, welche Bestandtheile zusammen nahe 1300 Ctr. betragen, und vom Gußwerke aus nahe 15000 Gulden kosten. Der ganze unterirdische Fundamentbau ist von Holz, was bei der übrigen Solidität befremdet, und kostet bei 1500 Gulden. Die Gesammtkosten

der zum Betriebe fertigen Railslinie sammt Wasserrad, aber ohne eigentliches Wassergebäude, betragen etwas über 23000 Gulden C. M. Ein neuer Schweißofen der gewöhnlichen Art, Materiale und Arbeit, kostet daselbst etwa 2000 Gulden. Ein Neuberger Holzdörrofen mit 2 Abtheilungen, wovon jede 41 Fuß lang, 10 Fuß breit, und bis zum Bogenanfange 8 Fuß 8 Zoll, oder bis zum Gewölbe 11 Fuß hoch ist, und bei 15 Klafter Scheiterholz faßt, kostet, je nach der Beschaffenheit des Grundes, 1600 bis 2000 Gulden. Jetzt hat man diese Dörröfen dahin abgeändert, daß anstatt der zwei gußeisernen Röhren nur ein Rohr von 17 Zoll Durchmesser, aus starkem Eisenbleche hergestellt, zum Durchziehen der Hitze angebracht ist. Damit hierbei aber das Eisenblechrohr weniger leide und für die Holzentzündung weniger Gefahr vorhanden sei, so wurde, auf ungefähr 10 Fuß von der Feuerungsstätte aus, an Stelle des Eisenrohres Mauerwerk angebracht, welches sofort die Röhre aufnimmt.

Zum 2ten Kapitel des fünften Abschnittes.

Zu § 285. Ueber die sogenannten Nasmyth'schen Dampfhammer konnten wir im Jahre 1844, als wir jenen Theil des Valerius'schen Werkes bearbeiteten, erst wenig sagen, weil das Original eben so wenig davon enthielt als wir darüber wußten und Ungenügendes natürlich nicht mitgetheilt zu werden brauchte. Erst später konnten wir nach dem französischen Maschinenwerk vom Prof. Armengaud die genauere Beschreibung und Abbildung zweier Dampfhämmer in unsere „Berg- und hüttenmännischen Zeitung" vom Jahre 1846 geben und aus dieser theilen wir das Folgende auszugsweise mit und bemerken, daß der Gebrauch der Dampfhämmer, sowohl in Hütten als Maschinenfabriken, immer allgemeiner wird.

Die in den Fig. 13, 14 und 15 der Taf. 1 dargestellte Maschine ist nach sehr kleinen Dimensionen ausgeführt; sie kam als Modell nach Frankreich und kann offenbar nur zum Ausschmieden kleiner Stücke angewendet werden. Da aber ihre Konstruktion ganz dieselbe ist, wie bei den mächtigsten Apparaten, so hat ihre Beschreibung um so weniger Nachtheile, als wir in Fig. 16. auf derselben Tafel einen hinreichenden Begriff von einem großen Hammer zum Ausschmieden starker Stücke geben.

Fig. 13 ist eine Ansicht von der vordern Seiter

Fig. 14 ist eine Seitenansicht;

Fig. 15 endlich ein senkrechter Durchschnitt durch die Axe des Cylinders und des Amboses.

Bei einer näheren Betrachtung dieser Figuren wird man ohne Mühe erkennen, daß die wesentlichen Theile, aus denen die Maschine besteht, diese folgenden sind:

1) Der Ambos und seine feste Unterlage.

2) Der eigentliche Hammer, seine Stange, und der Dampfkolben.

3) Der Dampfcylinder und der Vertheilungsschieber.

4) Der eigentliche Mechanismus zum Betriebe des Schiebers, zur Regulirung und zur Schwächung der Schläge, so wie auch zur Unterbrechung oder Hervorbringung der Bewegung.

Ambos und Gerüst der Maschine.

Bei den kleinen Apparaten, wie bei den in Fig. 13 — 15 dargestellten, ist die Basis des Hammers ein bloßer gußeiserner Block A, welcher hoch genug ist, so daß der kleine, in der Mitte angebrachte Ambos B, der durch einen Schließkeil a festgehalten wird, eine für den Schmied bequeme Höhe hat. Bei den großen Apparaten ist der Ambos weit niedriger und in der Mitte einer starken Sohlplatte A (Fig. 16.) angebracht, welche sich zu beiden Seiten des Gerüstes J ausdehnt. Dieses letztere ist nothwendig in zwei Stücken gegossen, welche unten durch die Grundplatte vereinigt werden, auf welche man sie fest geschraubt hat, so wie oben mittelst des gußeisernen Sockels H, welcher zur Aufnahme des Dampfcylinders dient. Die an den inneren Seiten dieses Gerüstes befindlichen Vorsprünge sind genau abgerichtet, um dem Hammerträger als Leitung zu dienen, so daß er sich zwischen ihnen in einer vollkommenen geradlienigen und senkrechten Richtung auf und niederbewegen kann.

Hammer, Stange und Kolben.

Der Hammer besteht ebenso, wie der Ambos, aus einem Stück Schmiedeeisen C, welches auf der Bahn verstahlt und in den Kopf des beweglichen gußeisernen Blockes D, entweder mittelst einer Angel und eines Schließkeils a' (Fig. 13 — 15), oder mittelst eines Schwalbenschwanzes (Fig. 46) verbunden ist. Dieser gußeiserne Block dient zur Vermehrung des Gewichts von dem Hammer, sowie zu seiner Vereinigung mit der Kolbenstange, und endlich auch zur Befestigung der Stücke, welche dazu bestimmt sind, die Veränderung der Lage des Vertheilungsschiebers während des Betriebes von dem Hammer zu bewirken. Er bewegt sich zwischen Leitungen an den beiden inneren Seiten des Gerüstes, die nach dem größern oder geringeren Hube, welchen man dem Hammer geben will, mehr oder weniger hoch sind. Dieser Hub beträgt 30 bis 40 Zentimeter, oder 12 bis 16 Zoll bei den kleinsten, und 1 — 1,5 Meter, oder 3 – $4^1/_2$ Fuß bei den größten Maschinen. Wir werden weiter unten sehen, wie man diesen Hub bei einem und demselben Apparat verändern kann.

Die senkrechte Stange E, welche den Hammer mit dem Kolben verbindet, ist mit dem erstern durch zwei flache Schließkeile a^3 verbunden; um es so viel als möglich zu vermeiden, daß die wiederholten Hammerschläge diese Verbindung nicht zerstören und folglich Veranlassung zum Spielraum geben, wird

die Stange in dem ganzen von dem Blocke B umschlossenen Theile, über und unter dem Knopf oder der Scheibe, in welche die Stange endiget, mit elastischen oder zusammendrückbaren Körpern umgeben, wohin die Stücke von Holz b', oder von anderen Substanzen gehören, die minder hart sind und einen geringeren Widerstand leisten als die Metalle.

Die Konstruktion des Dampfkolbens F, ist die einer gewöhnlichen Hochdruckmaschine, mit einfacher, oder mit doppelter Metallliderung.

Dampfcylinder und Vertheilungsschieber. — Der Dampfcylinder G, der anfänglich oben offen war, ist jetzt an beiden Enden verschlossen, nicht deshalb, weil der Apparat mit doppelter Wirkung betrieben werden muß, sondern um es möglich zu machen, oben Dampf einströmen zu lassen, entweder um die Wirkung des Hammers zu vermehren, oder um den Niedergang des Vertheilungsschiebers bewirken zu können, wie wir unten näher sehen werden.

Der Cylinder ist auf einer gußeisernen Basis H befestiget, und durch die Mitte derselben geht die Kolbenstange (Fig. 15.); das Innere dieses Fundamentes ist eine Art von kreisförmigem Kanal, welcher dazu dient, den Dampf nachdem er gewirkt hat, ausströmen zu lassen. Er ist mit einem Hahn zur Entweichung des Dampfes f' versehen, den der Maschinenwärter zu seiner Disposition hat, so wie auch mit dem Halse g', mit welchem das Ausgangsrohr verbunden ist. An der entgegengesetzten Seite ist die gußeiserne Büchse J angebracht, in welcher der Vertheilungsschieber c eingeschlossen ist, welcher entweder den Dampf dieser Büchse durch die Leitung e (Fig. 15.) in den untern Theil des Cylinders treten läßt, um den Kolben und mit ihm den daranhängenden Hammer aufwärts zu treiben, oder um ihn in den Kanal entweichen zu lassen, der mit der Ausgangsröhre in Verbindung steht, so daß der Kolben oder der Hammer schnell niedergehen kann. An der Seite des oberen Theiles von der Büchse J ist ein Röhrenhals g angebracht, welcher den Dampf aus dem Kessel durch die Röhre f einströmen läßt; dieselbe ist mit einem Hahn, oder besser, mit einem Regulirungsventil versehen, welches in der zylindrischen Dille L angebracht ist.

Mechanismus zur Bewegung des Vertheilungsschiebers. — Bei dem einfacher construirten Schneider'schen Hammer wird der Schieber von der Hand des Maschinenwärters oder des Schmiedes bewegt; der hier beschriebene Nasmyth'sche Hammer ist aber mit einem Mechanismus versehen, welcher die Maschine selbstwirkend macht, durch welche man aber auch im Stande ist, die Stärke der Hammerschläge nach Belieben zu erhöhen und zu vermindern, so daß man einen sehr großen und schweren Hammer ebenso gut zum Ausschmieden großer, als kleiner Gegenstände anwenden kann.

Die Stange d des Vertheilungsschiebers verlängert sich nach oben, und ist mit einem System von flachen, übereinander liegenden Federn versehen, die

den aufsteigenden Schieber schnell hinabdrücken. Ein anderes System besteht in einem zweiten Schieber oder kleinen Kolben c', welcher genau in eine cylindrische Büchse J' paßt und von derselben umschlossen wird. Durch diesen kleinen Kolben wird der Schieber durch den im verlangten Moment auf jenen einwirkenden Dampf ebenfalls hinabgedrückt. Mitten in der Stange d ist ein Loch angebracht, welches das Ende eines Hebels p aufnimmt. Dieser Hebel verlängert sich auf der andern Seite, und steht mittelst eines Gelenkes mit der senkrechten Stange q in Verbindung, welche durch die Leitung r, r' bis zu dem untern Theile der Maschine hinabgeht, wo sie mit einem Ringe oder mit einer kleinen Verstärkung versehen ist, deren Gebrauch man bald einsehen wird. Ein Muff q' vereiniget die beiden Theile dieser Stange, und läßt einen beweglichen Hebel v hindurchgehen, den man an dem einen Ende mit einem Griff v' versieht, um den Schieber mit der Hand bewegen zu können.

Dieser Hebel v stößt beim Emporgehen des Hammers gegen einen an diesem angebrachten Vorsprung N; es wird die Stange q hinabgedrückt, der Schieber c geht aufwärts, und es wird die Verbindung zwischen dem untern Theile des Zylinders und der Ausgangsröhre g hergestellt. Der Dampf, welcher seine Wirkung unter dem Kolben geleistet, und der dadurch den Hammer gehoben hat, entweicht, und der Hammer fällt schnell hinab.

Während der ganzen Zeit des Herabfallens von dem Hammer muß der Schieber in seiner Stellung bleiben, damit der Dampf gänzlich entweichen könne; dann muß er aber in seine frühere Stellung zurückkommen, um die Verbindung des Cylinders mit dem Kessel, von Neuem herzustellen, und um den Kolben mit dem Hammer wiederum zu heben. Es muß daher der Gang des Vertheilungsschiebers intermittirend sein, d. h. er muß nur dann wirken, wenn der Hammer an den Endpunkten seines Hubes befindlich, und er muß in Ruhe bleiben, wenn der Hammer in Bewegung ist.

Gegen die Verstärkung an dem untern Theile der Stange q' tritt ein Hebel u, und zwar mittelst Einwirkung einer platten Feder s', welche, so bald die Stange um eine gewisse Länge abwärts gegangen ist, den Hebel u nöthigt, unmittelbar über der Verstärkung Platz zu nehmen, und folglich das Emporsteigen der Stange zu verhindern. Das Ausströmen des Dampfes hat alsdann seinen Fortgang. Die Schieberstange c ist mit einem kleinen Kolben c' versehen, der sich zu gleicher Zeit mit erhoben, so wie auch das kleine Ventil j. Ueber dem Deckel der cylindrischen Büchse J' ist eine gekrümmte Röhre h angebracht, von welcher seitwärts die kleine Röhre k ausläuft, die bis zu der cylindrischen Büchse L niederwärts geht, und einen Theil von dem Dampfe aufnimmt, welcher aus dem Kessel mittelst der Röhre f hereinströmt.

Da nun das kleine Ventil j geöffnet ist, so kann der Dampf in die Büchse J' über den Kolben c dringen; allein, weil dieser alsdann die höchste

Stellung einnimmt, so bleibt ihm selbst nur ein geringer Raum. Dennoch würde seine Wirkung hinreichend sein, um diesen Kolben hinabzudrücken, wenn in diesem Augenblicke nicht ein Hinderniß stattfände, welches sich dieser Bewegung mit Schnelligkeit entgegensetzt. So lange aber, als die Stange q′ von dem Hebel u festgehalten wird, bleiben der Schieber oder der Kolben c′ in ihrer Stellung, und der Dampf kann nicht wirken, welches bis zu dem Augenblicke der Fall ist, in welchem der Hammer das auszuschmiedende Stück berührt.

In diesem Augenblicke wird der Wechsel der Stellungen von den untersuchten Stücken plötzlich bewirkt; zur Erfüllung dieses Zweckes hat Herr Nasmyth folgenden sinnreichen Mechanismus ersonnen:

Auf der Fläche des Hammerträgers D sind zwei Vorsprünge oder Daumen P und P′ angebracht; zwischen ihnen kann sich der Hebel O bewegen. Eine platte Feder O′ erhält ihn in der gehobenen Stellung, die er in Fig. 13. einimmt. Fällt nun der Hammer auf ein auszuschmiedendes Stück, so erhält er natürlich einen Stoß, und die Feder öffnet sich. Sobald dieß geschieht, wird der bewegliche Hebel O frei, er fällt plötzlich auf die verstählte Fläche des Vorsprunges P′, wird aber sogleich von derselben zurückgestoßen, geht fast eben so schnell wieder in die Höhe, und wird von der Feder, die zu gleicher Zeit ihre frühere Stellung wieder eingenemmen hat, von Neuem gegen den Vorsprung P zurückgehalten. Der Hebel u wird dadurch ausgelöst, und es geht der Vertheilungsschieber nieder. Es ist nämlich der untere gekrümmte Arm von dem Hebel u durch eine Art von Zaum M mit dem Bolzen t an dem Gerüste des Hammerträgers, verbunden; wenn nun das abgerundete Ende des Hebels O niedergeht, so stößt es gegen den Zaum, welcher den Hebel u zurückstößt und ihn von der Stange q′ frei macht, auf deren Verstärkung er mittelst der Feder s′ festgehalten wurde. Die Stange q′ ist demnach frei, und der auf den Kolben c′ wie eine gespannte Feder drückende Dampf bewegt denselben mit dem Vertheilungsschieber abwärts. Man wird jetzt sehr wohl einsehen, daß diese Veränderung der Stellung augenblicklich ist; sie wird mit eben der Schnelligkeit bewirkt, mit welcher der Hammerschlag erfolgt. Ohne eine solche Einrichtung wird die Maschine sehr wesentlich von ihrer Wichtigkeit verlieren.

Sobald der Hammer niedergefallen ist, wird er sofort wieder gehoben, weil der Vertheilungsschieber die Eingangsöffnung c′ für den von dem Kessel herbeikommenend Dampf öffnet, und der, indem er unter den Kolben F strömt, denselben zum Aufgange nöthigt. Während dieser Zeit hat sich das Ventil j geschlossen, und die geringe Dampfmenge, welche in die Büchse J′ über den kleinen Kolben o′ eingeströmt war, ist nach Außen entwichen, indem dieselbe seitwärts Oeffnungen hat, und folglich mit den Oeffnungen i, mit den senkrechten Kanälen i′ und mit der Ausflußröhre g′ in Verbindung steht.

Bei mehreren Apparaten dieser Art sucht man die Wirkung von dem Gewichte des Hammers dadurch zu vermehren, daß man über dem Kolben eine elastische Feder anbringt. Bei der hier dargestellten Maschine wird diese Feder durch den Dampf selbst gebildet, wie man aus der Fig. 15. ersehen kann.

Der Cylinder ist oben mit einem Deckel K verschlossen, der mit dem Kegelventile j' versehen ist. Ueber diesem Ventile befindet sich die gekrümmte Röhre h', und wenn es geöffnet ist, so gelangen Dämpfe mittelst der Röhre K aus dem Kessel in den obern Theil des Zylinders über dem Kolben f.

Nun öffnet sich aber dieses Ventil gerade in dem Augenblicke, in welchem der Kolben das Ende seines Aufganges erreicht, d. h. in dem Augenblicke, in welchem seine Basis schon über die Oeffnungen i hinaus ist; diese sind in der Stärke der Cylinderwand angebracht. Sobald nun der Kolben diese äußerste Stellung erreicht hat, so hebt er das Ventil, und es strömen Dämpfe ein, wodurch zwischen ihm und dem Deckel K ein starker Druck stattfindet, den er gegen den Kolben mit aller Kraft ausübt, und folglich den Fall des Hammers beschleunigt.

Sobald der Kolben bei seinem Niedergange die Oeffnungen i freigemacht hat, entweicht der Dampf nach Außen.

Die Maschine kann von ihrem Wärter langsam oder geschwinder, mit weniger oder mit mehr Kraft betrieben werden; sie kann aufgehalten, und wieder in Gang gesetzt werden, so oft und so rasch, als man will, und Alles dieses mit Hülfe von zweier Griffen n und n', die dem Wärter zur Hand sind. Der eine von diesen Griffen ist mittelst der Stange m mit einem Hebel verbunden, der an der Axe des Admissionsventils in der Büchse C angebracht ist; diese Axe ist auf zwei Seitenschrauben beweglich, mit denen der eiserne Bügel l versehen ist. Der zweite Griff ist mittelst der Stange m' mit einem anderen Hebel verbunden, der das Ende von dem Schlüssel des Hahns f' bewegt. Man wird einsehen, daß, wenn man das Ventil vollständig schließt, gar kein Dampf in den Apparat strömen kann, und folglich der Hammer still stehen muß; daß, wenn man es dagegen gänzlich öffnet, daß größtmögliche Volum von Dampf einströmen und der Hammer folglich die ganze Kraft entwickeln muß, die sein Gewicht und die Wirkung der elastischen Feder, welche seinen Niedergang beschleunigt, hervorzubringen im Stande ist. Oeffnet man dieses Ventil aber nur um eine gewisse Größe, so wird die Stärke der Hammerschläge vermindert, weil alsdann weniger Dämpfe einströmen und folglich auch seine Spannung und seine Wirkung geringer ist.

Mittelst des Hahnes f' kann man entweder ebenfalls den Fall des Hammers vollständig aufhalten, indem man ihn verschließt und folglich das weitere Ausströmen des Dampfes verhindert; oder man kann seinen Fall bedeutend schwä-

chen, indem man den Hahn nur so weit offen läßt, daß der Dampf langsam entweichen kann. Man kann das Ausströmen des Dampfes selbst so reguliren, daß der Hammer in die Nähe des auszuschmiedenden Stücks gelangt, nur einen schwachen Schlag darauf ausübt, oder es kaum berührt.

Endlich kann man auch noch den Schieber mit der Hand bewegen, welches zuweilen erforderlich ist, wenn man einige langsame Hammerschläge geben will. Man faßt alsdann den Griff b, welcher mit dem Bügel M in Verbindung steht, um denselben von dem Hebel O zu entfernen, und wendet alsdann den Griff v' an, der mit dem Hebel v in Verbindung steht und folglich auch mit der Schieberstange q. Man kann in diesem Falle nicht nur Hammerschläge mit beliebigen Zwischenräumen hervorbringen, sondern auch ihre Wirkung begrenzen, indem man die Höhe des Hammerhubes vermehrt oder vermindert.

Mittel, den Fall des Hammers zu reguliren. — Bei den kleinen Apparaten braucht die Höhe von dem Hammerhube nicht verändert zu werden; bei größeren Apparaten aber, wie der in Figur 16 abgebildete, ist eine mechanische Vorrichtung, um den Hub beliebig verändern zu können, durchaus erforderlich.

Statt daß die Stange q, welche an dem Hebel p des Vertheilungsschiebers hängt, ganz einfach ist, wie in Fig. 13., steht sie durch Gelenke mit einer senkrechten Stange q' in Verbindung, welche an beiden Enden in Leitungen befindlich, am größten Theil ihrer Länge mit Schraubengewinden und mit einem Muffe v' versehen ist, der eine Schraubenmutter bildet. Dieser Muff ersetzt das Stück q', von welchem wir weiter oben geredet haben, und auf welches der Hebel v einwirkt, der, statt seinen Stützpunkt an dem Gerüste der Maschine zu heben, im Gegentheile von der Schraubenmutter v² getragen wird, durch welche eine zweite Schraube q² geht, die der ersteren ähnlich und parallel ist. Man wird sogleich einsehen, daß, wenn der Maschinenaufseher mit Hülfe der kleinen Kurbel c die beiden Winkelräder j dreht, sich zu gleicher Zeit die Schrauben q' und q² bewegen, welche durch die beiden Getriebe z und z' miteinander in Verbindung stehen, daß so die beweglichen Schraubenmuttern v' und v² nieder- oder aufwärts gehen.

Nun haben wir gesehen, daß in dem Augenblicke, in welchem der Vorsprung N auf das Ende des Hebels v wirkt, wenn der Hammer aufwärts geht, sich der Vertheilungsschieber hebt, weil alsdann die Stange q abwärts zu gehen und an dem Hebel p zu ziehen genöthigt ist. Offenbar ist der Fall des Hammers um so größer, je höher der Hebel v gehoben wird, weil er alsdann später berührt wird, und daß dagegen der Hub um so geringer sein wird, je niedriger der Hebel steht, indem er alsdann früher berührt wird. So kann

man bei einem Apparate, dessen Dampfcylinder dem Kolben einen Lauf von 1,50 Meter gestattet, wenn man dem Gerüste die erforderliche Höhe giebt, den Hammer diese ganze Höhe von 1,50 Meter herabfallen lassen, wogegen man aber auch mit demselben Apparate dem Hammer nur den geringen Fall von, z. B., 25 bis 30 Centimeter geben kann, wenn man nur kleine Stücken ausschmieden will.

Es ist aber zu dem Ende noch erforderlich, daß der Schieber den Dampf in den erforderlichen Augenblicken unter den Kolben strömen lassen kann, sei nun übrigens der Hub, den man diesem geben will, welcher er wolle. Es ist zu dem Ende hinreichend gewesen, den Zaum M sehr lang zu machen, wie Fig. 16 zeigt, so daß er die Einwirkung des beweglichen Stückes O stets erhalten kann. Es hat dieser Zaum alsdann zwei feste Punkte b', und steht mit dem Hebel n durch ein Parallelogramm in Verbindung, dessen Einrichtung aus der Abbildung leicht deutlich werden wird. Will man nun den Zaum von dem Hebel O losmachen, so hebt man das Pedal b mit Hülfe eines sehr langen Schlüssels, den der Aufseher sehr schnell an seinem Ende emporhebt, und den er nach Belieben bei Seite legt, damit er nicht hindern könne, wenn der Apparat für sich allein wirkt.

Es ist unnöthig, zu bemerken, daß die in Fig. 16. dargestellten Maschinentheile denen der vorhergehenden Maschine ganz gleich sind, nur daß sie bedeutendere Dimensionen haben, die im Verhältnisse zu der Kraft des Hammers stehen. Wir bemerken nur noch, daß der Griff h, welcher zum Oeffnen und Verschließen des Admissionsventils in der Büchse L dient, mit demselben durch die Stange M, so wie durch das Spiel des Hebels l und der horizontalen Stange l' in Verbindung steht, und daß fast Dasselbe bei dem Griffe stattfindet, der zur Bewegung des Ausgangshahnes dient. Endlich um den Cylinder und den Schieber zu reinigen, wenn der Apparat in Betrieb gesetzt werden soll, hat man an der Seite einen kleinen Hahn y angebracht, der mit einer Röhre x versehen ist, der den verdichteten Dampf nach Außen abführt.

Wie wir gesagt haben, und wie auch die Abbildungen zeigen, so konstruirt man diese Hämmer zum Ausschmieden von Stücken aller Dimensionen. Nachstehende Tafel giebt eine Vergleichung der Cylinder, Durchmesser zu dem Gewichte des Hammers, den Dampfdruck im Cylinder zu 4 Atmosphären angenommen.

Gewicht des Hammers in Kilogr.	Durchmesser des Cylinders in Centimet.	Oberfläche des Kolbens in Q. Centimeter
100	0,102	80,64
200	0,120	143,45
300	0,160	201,66
400	0,182	258,06
500	0,203	322,50
1000	0,274	586,40
1500	0,335	880,
2000	0,370	1074,80
2500	0,414	1344
3000	0,435	1488,70
3500	0,454	1616
4000	0,485	1848.

Wir theilen zum Schlusse in der folgenden Tabelle die Beobachtungen der Herren Gebrüder Schneider über die Dampfhämmer mit, indem wir die Spannung des Dampfes im Kessel zu 4 Atmosphären annehmen.

Gewicht des Hammers in Kil.	Hub des Hammers in Met.
500	0,80
1000	1
1500	1,50
3000	2
4500	2,50

Gewicht des Apparats.	Heizoberfläche in Q. Met.
11,000	12
16,000	15
18,000	20
30,000	30
50,000.	40

Zu den §§. 290 u. f. f.

Scheren sind in Eisen-Hütten, da wo Stabeisen und Blech fabrizirt wird, eben so unentbehrliche Werkzeuge, wie sie auch in vielen andern Fabriken nicht fehlen dürfen. Man konstruirt sie auf sehr verschiedene Weise, und

von sehr mannigfaltiger Größe; sie werden entweder mit den Armen in Bewegung gesetzt, wie bei den Kupferschmieden, Klempnern u. s. w., oder durch irgend eine Triebkraft. In diesem Falle sind sie nothwendig weit stärker, man kann mit ihnen weit stärkere Stücke zerschneiden und dabei an Zeit und Arbeitslohn sparen. Diese Scheren mit ununterbrochener Bewegung, haben ebenfalls eine verschiedenartige Einrichtung; die einen werden mit Excentriken, mit gekröpften Wellen oder mit Kurbeln, die andern, erst neuerlich angewendeten, unmittelbar durch die Einwirkung des Dampfes betrieben, so wie man schon früher Durchschnitte auf dieselbe Weise eingerichtet hat.

Die Maschinenfabrik von Cavé in Paris, den man so bedeutende Verbesserungen der Werkzeugsmaschinen verdankt, hat Dampfscheren von so bedeutender Kraft konstruirt, daß man damit ohne Weiteres Reife von Lokomotivrädern, und andere starke Eisensorten zerschneiden kann. Bei der Schienenfabrikation, so wie in Walzhütten, welche starke Wagenreife anfertigen, in Maschinenfabriken u. s. f. sind die Scheren dieser Art unentbehrlich. — Wir beginnen mit der Blechschere, welche in den Fig. 1 u. 2, Taf. 3, im Auf- und im Grundriß dargestellt worden ist.

Schere mit ununterbrochener Bewegung. — Diese Maschine ist in der Maschinenfabrik von Nillus in Hâvre, die sich hauptsächlich mit Werkzeugsmaschinen für Eisenhütten, Kupferwalzwerke ꝛc. beschäftiget, nach den Entwürfen des Ingenieurs der Anstalt, Herrn Kaar, konstruirt. Sie hat ein sehr langes stählernes Schneideeisen A, welches seiner ganzen Länge nach durch Schraubenbolzen mit dem schmiedeeisernen Scherenschenkel B (Fig. 3) von länglich viereckigem Querschnitt verbunden ist. Die Form des Schneideeisens ist eigenthümlich; statt gerade zu sein, wie es gewöhnlich der Fall, ist es etwas gekrümmt, und zwar nach einer Parabel oder auch nur nach einem Kreisbogen von einem Pfeil von 25 Millimetern im Verhältniß zu der durch beide Enden gehenden Sehne. Herr Kaar bemerkt, daß eine solche Form der geraden weit vorzuziehen sei. Der Scherenschenkel B muß um sein eines Ende drehbar sein, weshalb bei a ein Axenbolzen angebracht ist, der das bewegliche Schneideeisen mit dem festen C verbindet. Am anderen Ende ist, mittelst eines zweiten Bolzens, eine schmiedeeiserne Lenkstange D mit dem Scherenschenkel verbunden, und dadurch erhält derselbe eine wiederkehrend rotirende Bewegung. Die Größe derselben wird durch den Kurbelhalbmesser, oder durch die Entfernung des Anhängepunktes b von dem Mittelpunkte des Zahnrades E bestimmt, mit welchem erstern das untere Ende der Lenkstange verbunden ist. Drei von den Radarmen haben Löcher zur Aufnahme des Nagels b, an welchem die Lenkstange hängt, und zwar sind alle drei Punkte verschieden weit von dem Mittelpunkte entfernt, um den Lauf des Scherenschenkels verändern zu können.

Das Rad E ist am Ende der schmiedeeisernen Welle c, außerhalb der beiden gußeisernen Ständer d, auf denen die Zapfenlager befestigt sind, angebracht. Das Rad wird von dem Getriebe F bewegt, dessen Durchmesser ¼ von dem seinigen beträgt. Dasselbe sitzt an dem Ende der Triebwelle e, an deren anderem Ende das, Bewegung regulirende Schwungrad L, sowie auch die Trieb- und die Leerrolle G und G' angebracht sind. Letzteren wird die Bewegung mittelst Laufriemen von der Triebkraft mitgetheilt. Durch diese Einrichtung der Bewegung der Schere wird die ganze Oberfläche der Tischplatte ganz frei, so daß man Bleche von jeder Größe beschneiden kann.

Die zu beschneidende Blechtafel f wird auf die gußeiserne Tischplatte H gelegt, deren obere Fläche vollkommen horizontal, und an deren Rande das unbewegliche Schneideeisen C, in gleicher Höhe mit der oberen Fläche angebracht ist. Die Tischplatte ist mit einem gußeisernen Fuße aus einem Stück gegossen, und dieser mittelst Bolzen mit dem hölzernen Ständern von 25 bis 32 Zentimetern im Quadrat verbunden.

Vorn ist an der Tischplatte ein Führer J angebracht, an welchem sich der Scherenschenkel auf- und niederbewegt, und der auch dazu dient, um die Breite der Theile oder der Streifen, die man von dem Bleche abschneiden will, zu beschränken. Der eingebogene Theil J' (Fig. 3.) des Führers dient zur Aufnahme der Abschnitzel.

Eiserne Winkel g (einzeln in Fig. 4) sind auf der Tischplatte H, mittelst Bolzen, die in den geraden Falzen h in dem Tisch verschiebbar sind, und durch die Schraubenmuttern mit Griffen in jeder Stellung zu der Schere befestigt werden können, angebracht. Mit Hilfe dieser Winkel kann man das Blech sehr genau beschneiden, indem man beide Winkel in gleicher Entfernung von der Schere befestigt. Eben so ist es leicht, das Blech rechtwinklig zu beschneiden, indem an dem Rande der Tischplatte, der rechtwinklig auf der Schere steht, ein Lineal oder Richtscheit J angebracht ist.

Ist der Motor der Hütte nicht im Betriebe, so bewegt man die Schere mittelst der Kurbel K, die man dann an das Ende der Triebwelle steckt. Beim Beschneiden von Blechen von gewöhnlicher Stärke, ist die Kraft eines Menschen hinreichend, um die Maschine in Bewegung zu setzen.

Da auf den Schwarz- und Weißblech-, Kupfer-, Messing- und Zinkblech-Walzwerken, alle Blechtafeln nach bestimmten Dimensionen beschnitten werden müssen, so ist eine Schere der Art unentbehrlich, und sie steht auch stets im Betriebe. Beschneidet man sehr dünnes Blech, welches oft kaum ½ Millimeter stark ist, so kann man die Schere sehr schnell gehen lassen, so daß sie 20 bis 25 Schnitte in der Minute macht; bei stärkeren Blechen muß man aber die Geschwindigkeit mäßigen, obgleich die Kraft verhältnißmäßig zunimmt.

Der die Schere bedienende Arbeiter stellt sich gewöhnlich in M (Fig. 2), in den Ausschnitt, der zu diesem Zwecke in der Tischplatte vorhanden ist. Das Richtscheit oder Lineal J giebt ihm den rechten Winkel an, indem es unveränderlich an der Tischplatte befestigt ist, und er verschiebt die Winkel g in den Falzen h des Tisches, um ihnen mittelst der Schrauben die zweckmäßige Stellung zu geben. Man braucht alsdann das Blech nur auf die Tischplatte, zwischen die Winkel g, die Schere und das feste Lineal zu legen, und dann die Maschine dadurch in Betrieb zu setzen, daß man den Laufriemen von der Leerrolle auf die Triebrolle G schiebt; das Beschneiden erfolgt alsdann mit der größten Leichtigkeit und gewissermaßen ununterbrochen.

Man kann mit diesem Apparat Kupfer- und Zinkblech bis zur Dicke von 6 Millimeter, und Schwarzblech wenigstens bis zur Dicke von 2 Millimetern beschneiden, d. h. wenigstens $^3/_4$ von allen Blechen dieser Metalle.

Dampfschere. — Die Fig. 5, 6, 7 und 8 stellen eine starke Schere dar, die Herr Cavé zu Paris für mehrere Hütten und Maschinenfabriken konstruirt hat und die zu Abschneiden der rauhen Enden breiter und starker Eisenstäbe, z. B. des Spurkranzreifeisens der Lokomotiven und Eisenbahnwagen und zum Zerschneiden starker Rohschienen, sowohl warm als kalt, dienen. Sie unterscheidet sich zuvörderst durch die unmittelbare Anwendung des Dampfes, der auf einen Kolben wirkt, dessen Stange mit dem Scherenschenkel, welcher das bewegliche Schneideeisen enthält, verbunden ist, so wie auch durch die veränderliche Expansion oder Dampfvertheilung, wodurch es möglich wird, nur die im Verhältniß zum Widerstande stehende Dampfmenge zu verbrauchen. Auch ist die Maschine so eingerichtet, daß man den Vertheilungsschieber sowohl mit der Hand, als auch mittelst der Triebkraft bewegen kann, wie man aus einer genauen Betrachtung der Figuren leicht ersehen kann.

Es besteht die Maschine aus mehreren Hauptstücken, von denen das eine A, welches aus einem Stück gegossen ist, nicht allein das Schneideeisen trägt, sondern auch als Tischplatte und als Support für den ganzen Apparat. Das Ganze ruht auf einem starken hölzernen Sohlwerk B, und dieß befindet sich über der Hüttensohle. An den Rand der Tischplatte A ist das unbewegliche Schneideeisen, bestehend aus einer starken, gut abgerichteten Stahlplatte a, mit Schrauben befestigt, und dagegen legt sich das bewegliche Schneideeisen b, welches ebenfalls aus einem Stahlblatte von analogem Querschnitt besteht, dessen untere Fläche aber eine Neigung hat, um einen geringeren Winkel als 90° darzubieten, damit es leichte schneiden kann. Jedoch darf man diesen Winkel nicht zu spitz machen, weil sonst die Schneide an Festigkeit verliert; man muß ihn zwischen 70 und 80 Grad geben. Dieses bewegliche Schneideeisen ist an der vordern Seite des großen schmiedeeisernen Scherenschenkels C festgeschraubt, der, wie man aus der Figur ersieht, durch den Kolben des Dampfcylinders D

eine wiederkehrende Bewegung erhält. Der Scherenschenkel dreht sich um den Arenbolzen c, und hat zwei sehr verschieden lange Arme, von denen der kurze das Schneideeisen aufnimmt und der andere, längere die Einwirkung der Triebkraft erhält.

Der Arenbolzen c geht durch die beiden senkrechten Wangen d, welche mit der Platte A aus einem Stück gegossen. Er verlängert sich mit einer geringeren Stärke nach der einen Seite, und bildet eine horizontale Stange, auf welcher ein verschiebbarer Muff e angebracht worden ist, gegen den der zu zerschneidende, oder zu beschneidende Stab f tritt, um eine bestimmte Länge der abzuschneidenden Enden, oder der zu zerschneidenden Stäbe zu erlangen. Der Muff e wird durch eine Druckschraube auf der Stange, in der erforderlichen Lage festgestellt, und die Länge der Enden oder Stäbe durch die Entfernung des Muffs von dem Schneideisen bestimmt. Die beiden Wangen oder Ständer d, werden durch einen starken Bolzen g in ihrer gehörigen Stellung erhalten.

Am andern Ende des langen Scherenschenkels C ist mittelst des Bolzens h mit Schließkeil die starke eiserne Kolbenstange E angebracht, so daß sich beide um ein ander drehen können, und ebenso ist auch die Stange mit dem starken gußeisernen Kolben F verbunden. Dieser Kolben hat eine bedeutende Stärke, daher auch ein gewisses Gewicht, so daß er desto leichter in dem Cylinder niedergehen kann. Seine Konstruktion ist sehr einfach, und er ist wirklich nur eine Art von gußeisernem Muff, auf einem Theile seines Innern hohl, um die Stange aufnehmen zu können. Auf der Peripherie ist er abgedreht, und hat einige halbrunde Kohlen, in welche man ein leichtflüssiges Metall gießt, welches die ganze Liederung bildet.

Da die Maschine nothwendig einfachwirkend ist, so ist der Cylinder D oben ganz offen, so daß sich die obere Seite des Kolben stets in freier Luft befindet. Der Dampf wirkt daher nur von unten, so daß der Kolben emporsteigt, während sein Niedergang durch das eigene Gewicht und durch das Gewicht von einem Theile des Scherenschenkels bewirkt wird, sobald der Dampf entweicht. Um den Kolbenlauf zu begrenzen, und um zu gleicher Zeit in dem Moment des Wechsels der Richtung des Ganges zu wirken, ist ein Schwungrad an dem Ende der schmiedeeisernen Kurbelwelle H angebracht. Von der Kurbel oder Kröpfung geht eine Lenkstange J nach dem Scherenschenkel, und es gehen mittelst dieser Einrichtung die todten Punkte stets ohne Aufenthalt vorüber.

Zur Dampfvertheilung hat der Maschinenbauer einen sehr einfachen und sehr sinnreichen Mechanismus angewendet, damit das Schieberventil in einer ununterbrochenen Bewegung ist, um die Momente des Einströmens und Ausströmens von dem Dampfe nach Belieben verändern zu können, wozu jedoch nur ein kreisförmiges Excentricum J, wie bei den gewöhnlichen Maschinen an-

gewendet wird. Dabei wird das Ende der Excentrikenstange t mit einem Bogenstück mit Falz m (Fig. 5.) verbunden, welches sich um seine Axe i dreht und welches zu gleicher Zeit mit der kurzen eisernen Stange n verbunden, deren anderes Ende, als kleine Lenkstange mit dem äußeren Hebel k in Verbindung steht. Dieser ist am Ende einer Axe j angebracht, und der andere Arm ist mit einem Griff L versehen, um, wenn es erforderlich ist, mit der Hand bewegt werden zu können und stets im Bereich des Arbeiters bei der Maschine zu sein, der nothwendig in der Nähe der Schneiden sich befinden muß.

Die erste Axe i verlängert sich auf der Seite des Cylinders, und ist mit einer kleinen Gabel o (Fig. 7.) versehen, an welcher die Stange p des Vertheilungsschiebers q, der sich in dem Kasten M befindet, hängt. Es folgt daraus, daß bei der rotirenden Bewegung des Excentrikums, der durch dasselbe bewegte Hebel mit Falz seine Welle, und folglich auch die Gabel o in eine Schwingung versetzt, wodurch das Ventil auf- und niedergeschoben, und folglich die Oeffnung r abwechselnd geöffnet und geschlossen wird. Durch diese Oeffnung strömt aber der Dampf unter den Kolben in den Dampfzylinder.

Je nachdem nun der Verbindungspunkt der Excentrikstange dem Schwingungsmittelpunkt i mehr oder weniger genähert sich befindet, wie z. B. auf Fig. 9, oder mehr oder weniger davon entfernt, wie auf Fig. 10, macht der gebogene Hebel m eine kleinere oder größere Bewegung, und es wird demnach der Schieber eher geöffnet, aber auch eher geschlossen, und umgekehrt. Will man daher mit einer geringen Dampfmenge wirken, d. h. den Dampf nur während eines geringen Theils von dem Kolbenlauf einströmen lassen, so regulirt man die Stellung der Excentrikenstange im Verhältniß zu dem Bogenhebel solcher Gestalt, daß der Verbindungspunkt dem Schwingungsmittelpunkt sehr nahe steht. Will man aber die Maschine mit einer größeren Kraft betreiben und eine größere Menge von Dampf, eine längere Zeit einströmen lassen, so muß man den Anhängepunkt von der Mitte entfernen, wie in Fig. 10. Der Schieberlauf wird weit größer, obgleich das Excentrik dasselbe bleibt, und die Oeffnung r bleibt weit länger offen; das Ausströmen des Dampfes erfolgt später. Diese Einrichtung der Expansion ist bei Maschinen wie die vorliegende, eine sehr zweckmäßige, da man bald sehr starke und bald weit schwächere Eisensorten zu zerschneiden hat, und der Widerstand daher ein sehr verschiedener ist. Der lange Hebel L, welcher im Bereich des Arbeiters ist, hat große Bequemlichkeit für denselben, indem er denselben nur zu heben oder herunter zu drücken, und in einen der Einschnitte der Stange N festzuhängen braucht, um nach Belieben die Stellung des Anhängepunktes, und folglich den Lauf des Vertheilungsschiebers zu verändern, ohne daß der Arbeiter den Platz am Kopfe der Schere verläßt.

Der Arbeiter legt den zu zerschneidenden Stab auf den Tisch, an dessen Rand das unbewegliche Schneideeisen a befestigt ist, und schiebt ihn so weit vorwärts, bis daß er gegen den Muff e (Fig. 6.) stößt. In dieser Lage wird der Stab durch die Stange O festgehalten, die einerseits an der Verlängerung des Axenbolzens c durch eine Scheibe und einen Splintkeil, und andererseits an dem Gerüst A durch einen Bolzen s festgehalten wird. Auf dieser Seite ist sie verschiebbar, je nach der Stärke der Stäbe, die man zerschneiden lassen will.

Leistung der Schere. — Wie schon bemerkt, ist diese Maschine wirksam genug, um sehr leicht und scharf Spurkranzeisen (sogen. Tyres) der Lokomotiv- und Eisenbahnwagen-Räder zerschneiden zu können. Der Dampfcylinder hat 0,34 Meter Durchmesser, welches einem Querschnitt von

$$\frac{342}{2} \times 3{,}1416 = 908 \text{ Quadratzentimeter}$$

entspricht.

Der mit einer Spannung von 5 Atmosphären erzeugte Dampf, bringt daher unter der Oberfläche des Kolbens einen Druck von

$$908 \times 4{,}132 = 3752 \text{ Kil.}$$

hervor, wovon der atmosphärische Druck abgeht, der mit 1,033 Kil. auf das Quadratzent. einwirkt. Da nun der Arm des Scherenschenkels, auf den der Kolben wirkt, im Verhältniß zu dem des Schmiedeeisens wenigstens fünf mal länger ist, und da man annehmen kann, daß im Durchschnitt der Widerstand in 0,65 Met. Entfernung von dem Drehpunkte c (Fig 7.) stattfindet, so folgt daraus, daß die Kraft fünfmal bedeutender ist, und folglich die Kraft, mit der die Schere schneidet, gleich

$$3752 \times 5 = 18{,}760 \text{ Kil.},$$

und da die Schneide, wegen der ihn mitgetheilten Geschwindigkeit mit einer gewissen Kraft auf den zu zerschneidenden Stab fällt, so wird man es begreiflich finden, daß sich die erwähnten starken Stücken mittelst der Dampfschere ohne Schwierigkeit zerschneiden lassen.

Auch die Quetschwerke zum Zängen den Luppen, von denen auf Taf. 3. des Hauptwerks eine Skizze vorhanden ist, werden auf ähnliche Weise, wie die hier beschriebene Schere, direct durch eine Dampfmaschine bewegt. (Berg- und hüttenm. Zeit., Jahrg. 1848.)

Zum 2ten Kapitel des 6ten Abschnittes.

Zu den §. 384 — 396.

Zu den wichtigsten Gegenständen des Walzhüttenbetriebes gehört unstreitig die schon in dem Hauptwerke ziemlich vollständig dargestellte Fabrikation

der Eisenbahnschienen. Zu der Ergänzung des dort Gesagten, worauf und auf die Figuren des Atlasses wir jedoch im Allgemeinen stets verweisen müssen, benutzen wir eine Abhandlung des königl. bayrischen Bergmeisters Hrn. Hailer über die Fabrikation der Schienen für die bayrischen Staatsbahnen, zu Seraing, welche wir dem bayrischen Kunst- und Gewerbeblatte von den Monaten Februar, März und April 1847, auszugsweise entnehmen und hier mittheilen.

Die Schienenfabrikation ist für den Eisenhüttenbetrieb um so wichtiger, als dadurch alle seine mittelmäßigen Produkte einen guten Absatz finden. Es kann nämlich dazu alles Eisen verwendet werden, welches nur gut schweißt und welches eine gewisse Härte hat, damit die Schienen die erforderliche Steifigkeit erlangen. Aus dem letztern Grunde ist daher aus Coaks-Roheisen durch den Puddelproceß dargestelltes Eisen das beste zur Schienenfabrikation, wenn wir auch ganz unberücksichtigt lassen wollen, daß das bei Holzkohlen dargestellte Eisen zu theuer und zu gesucht zu anderen Verarbeitungen ist. In Beziehung auf die Form kann man sämmtliche jetzt bekannte Schienen in 5 Gruppen theilen, von denen jede eine besondere Art von Walzen und eine verschiedenartige Behandlung bei der Fabrikation bedarf; es sind diese Gruppen folgende:

1) Schienen mit einer Verstärkung, etwa von der Form eines T. Auch das Spurkranzeisen für die Eisenbahn-Wagenräder gehört hierher.

2) Schienen mit zwei Verstärkungen, etwa wie ein doppeltes T.

3) Sogenannte Randschienen, wie sie auf manchen Drehscheiben angewendet werden, und wie man sie in frühern Zeiten überall zu den Eisenbahnen benutzte, wobei die Räder ohne Spurkränze waren, auf der platten Schiene liefen, deren auf der einen Seite hervorstehender Rand sie am Abgleiten hinderte.

4) Schienen mit flacher Basis, wie man sie auf sehr vielen deutschen Bahnen findet, und die keiner Stühle bedürfen.

5) Sogenannte Brückenschienen, die im Innern hohl sind.

Wir werden nun in dem Folgenden die Fabrikation der Eisenbahnschienen erörtern, und dabei das Verfahren zum Grunde legen, welches auf der eben so großartigen, als berühmten Hütte zu Seraing bei Lüttich zur Fabrikation der Schienen für die bayrischen Staatsbahnen angewendet wurde:

Die verschiedenen Processe sind nun folgende:

1. Zusammensetzung der Pakete.

Diese bestanden für die bayrischen Schienen aus:

a) Rohschienen oder Milbars, das sind Stäbe, welche aus der unter dem Hammer gezängten Luppe zu verschiedenen Dimensionen in jener Hitze, welche der Luppe noch nach dem Zängen geblieben ist, ausgewalzt werden. Die zu den Schienen-Paketen verwendeten Rohschienen (einmal abgeschweißtes

Eisen, Eisen Nr. 1) hatten ohngefähr $^3/_4$ Zoll Dicke, oder aber 4 Zoll Breite und je nach der Größe der Luppe, verschiedene Länge. Eine solche Rohschiene hat eine rauhe Oberfläche, ist an den Kanten zerrissen, im Bruche oft noch körnig und kurzsehnig, von schwarzer und hellgrauer Farbe.

b) Aus Corroyés, oder Eisen Nr. 2, das sind Stäbe, welche aus Rohschienen dadurch entstanden, daß man letztere in Packeten abschweißte, und zu ungefähr 7″ Breite, $^3/_4$″ Dicke und je nach der Größe des Schienen-Packets zu verschiedener Länge auswalzte. Der Corroyé hat schon eine sehr glatte Oberfläche, scharfe Kanten, ist im Bruche sehnig von bleigrauer Farbe. Wir bemerken hier nur noch, daß sowohl Corroyés als Milbars, je nach der Güte des verfrischten Roheisens, wieder verschieden sind und demnach auch zu verschiedenen Zwecken verwendet werden. Diese Corroyés und Milbars werden nun mit einer senkrechten Schere in Stücke auf die bestimmte Länge abgeschnitten. Diese Schere befindet sich außerhalb des Hüttenraumes; — theils um die in der Hütte beschäftigten Arbeiter nicht zu hindern; theils um Gefahren vor Beschädigungen durch dieselbe vorzubeugen. Die Bewegung erhält sie durch eine Dampfmaschine; ihr Gewicht ist 5391 Kilos, (à 2,1 Pfd. Cölln.) im Werthe zu 2296 Frcs. — Dieselbe nimmt einen Raum von 16□ Fuß ein, den Stab nicht mit gerechnet, der ihr zum Abschneiden vorgelegt wird. Eine senkrechte Schere hat den Vortheil vor einer horizontalen, daß sie leicht vor der Hütte angebracht werden kann und weniger Raum einnimmt. — Die Corroyés und Milbars (Stabeisen und Rohschienen) wurden meistens auf eine Länge von 33$^1/_4$ Zoll abgeschnitten, und um diese stets zu bekommen, so befindet sich auf der einen Seite der Schere eine auf einem Ständer verschiebbare Scheibe; zwischen diese und der Scheide der Schere waren also 33$^1/_4$ Zoll. —

Die Packete wurden anfänglich so zusammengesetzt, daß zwischen zwei Corroyés sechs Lagen von Milbars sich befanden und die Länge des Packets circa 30 Zoll hatte. — Durch den Corroyé oben und unten konnte man den Kopf der Schiene rein erhalten. —

Da die Enden der ausgewalzten Schiene immer einige Risse haben, diese Risse aber auch nach dem Absägen der Enden noch in die Schiene reichen, so verlängerte man bald das Packet auf 33$^3/_4$ Zoll. So half man diesem Uebel ab und gewann dabei auch noch längere Enden, die man mit größerem Vortheil als die frühern zur Stabeisen-Fabrikation weiter verändern konnte.

Zur Verstärkung der Schiene wurde probeweise, und wenn die Milbars nicht ausreichten, hie und da ein Corroyé in die Mitte des Packets gelegt und dadurch die Festigkeit der Schiene erhöht.

Waren die Milbars nicht dick genug, so kamen zwischen 2 Corroyés wohl oft auch 7 Lagen von jenen zu liegen.

Obwohl die Schienen-Enden beständig zu den Packeten für andere Stab-eisengattungen verwendet werden, so häufen sich dieselben doch in der Art an, daß man sie wieder in die Schienenpakete einlegt.

Um die hohlen Räume der Schienen-Enden in den Packeten auszufüllen, hatte man eigene halbe T-Schienen (ihrer Qualität nach Milbars) angefertigt, und in Ermangelung von Rohschienen diese halbe T-Milbars eingelegt.

Durch alle diese verschiedenen Zusammensetzungen der Packete wird die Qualität der Schiene nicht verringert, sondern im Gegentheile erhöhet; nach dem Abschweißen werden die Milbars zu Corroyés, die Corroyés wieder verfeinert und die Schiene ward daher Eisen Nr. 3.

Das Gewicht eines Pakets vor dem Schweißen war 156 und 161, im Durchschnitt 158 Kilos.

Es versteht sich ganz von selbst, daß bei der Bildung der Packete im Allgemeinen nach der Verschiedenheit des Eisens, welches man zu seiner Disposition hat, so wie nach der Beschaffenheit, welche die Schienen erlangen sollen, verfahren werden muß. Eine nothwendige Bedingung ist es aber, zu der Deckschiene des Pakets, welche die Fahrbahn der Eisenbahnschiene bildet, möglichst gutes Eisen Nr. 2 zu nehmen und diese Deckschienen in der erforderlichen Breite gehörig gut auszuwalzen. — Eben so muß auch die untere Schiene im Packet aus gutem Eisen bestehen, da die Basis der Eisenbahnschiene ebenfalls viel auszuhalten hat.

2. Vom Schweißen der Packete.

Dies geschieht in Schweißöfen. Der Heerd, aus Schweißsand, ruht auf einer Blechplatte, die durch einen oder zwei Ständer getragen wird, und ist nach einigen Ladungen, im Falle er auch ganz neu aufgefüllt wurde, zu Stein geworden. Der Schweißsand soll sich mager anfühlen, kein Thonkügelchen mit sich führen, nicht zu eisenschüssig sein und hauptsächlich aus Quarzkörnern bestehen. Ein guter Schweißsand ist ein Hauptartikel für die Hütte. — Der innere Ofenraum, von der Flamme bestrichen, besteht aus feuerfesten Ziegeln. — Zum Ablauf der Schlacke ist der Heerd gegen die Esse zu geneigt; letzterer hat eine Oeffnung, durch welche die Schlacke beständig aus dem Ofen rinnt, und von welcher daher, damit sie nicht verstopft, beständig ein kleines Kohlenfeuer unterhalten wird. Das ganze Ofengemäuer ist mit gußeisernen Platten umkleidet; die Esse aber, auf gußeisernen Trägern ruhend, und mit schmiedeeisernen Stäben verankert, ist in der Art isolirt, daß im Heerde rc. jegliche Reparatur vorgenommen werden kann, ohne dabei der Esse zu schaden. — Das zum Baue eines solchen Ofens verwendete Gußeisen beträgt 13443 Kilos, das Schmiedeeisen 1483 Kilos und die ganzen Kosten desselben werden in Seraing (ohne die Kosten für das Fundament) auf 8727 Frcs. veranschlagt. Der Raum

für einen Schweißofen ist 104 □'. Giebt man dem Arbeiter noch 8' auf der Arbeitsseite, also 8×16=128 □', so ist der ganze für diesen Ofen nöthige Raum 232 □'. —

Die Wallonen, welche zu Seraing, wie in Belgien überhaupt, das Arbeiterpersonal bilden und die seit Jahrhunderten geschickte Eisenarbeiter waren, bedienen sich zum Schweißen:

a) einer Krücke,
b) einer Plätt- und Eintragschaufel,
c) einer Kohlenschaufel.
d) Hebestange,
e) einer Stange zum Rosträumen.
f) Zangen.

Ist der Ofen neu gebaut, so wird er 6 – 8 Wochen lang allmählig ausgetrocknet; sind nur kleine Reparaturen an demselben vorgenommen worden, so wird er 5 — 6 Stunden vor der ersten Ladung angefeuert, der Heerd schön geglättet, dann die Packete, 5 bis 6 an der Zahl, gewöhnlich so eingetragen, daß eines längs der Rückwand, die übrigen aber mit der Feuerbrücke parallel liegen. Uebrigens richtet sich die Menge der zu gleicher Zeit in den Ofen einzusetzenden Packete nach der Stärke und dem Gewicht derselben, so wie nach der Räumlichkeit des Ofens.

Auf den Heerd hinein, unmittelbar hinter der Einsatzthüre, werden Kohlen gelegt, um jeden Zudrang der äußern Luft unschädlich zu machen. Um dies noch mehr zu bewerkstelligen wird jede Oeffnung rings um die Einsatzthüre mit Kohlenstaub beworfen, geschürt, der Rost geräumt und sodann die Kaminklappe geöffnet. Ein kleines Spähloch in der Einsatzthüre dient, die Hitze im Ofen zu beobachten. Ein lange geübtes Auge erkennt durch dieses Spähloch den richtigen Grad der Schweißhitze mit Leichtigkeit. Das Schürloch auf der Seite der Einsatzthüre ist nur mit Kohlen zugeworfen. Das Räumen des Rostes geschieht öfter, je nachdem der Schweißer sieht, ob die Luft gehörig durch den Rost zieht oder nicht.

Die Zeit nun, um den Packeten die gehörige Hitze zu geben, ist 1½ bis 2 Stunden, und hängt theils von der Dauer des Ofenganges, hauptsächlich aber von der Güte, Größe und Trockenheit der Kohlen ab. Fette, trockne Stückkohlen heitzen (wenn 2 bis 3 Ladungen vorüber sind) schon in 1½ Stunden die Packete zur schönsten Weißglühhitze; — während man mit nassen kleinen Kohlen selbst am dritten und vierten Tage des Ofenganges 2 Stunden zu heizen hat. —

Erkennt der Schweißer, daß er gute Hitze habe, so räumt er zuerst die noch nicht völlig verbrannten Kohlen vom Heerde heraus und kehrt seine Pakkete um, so daß jene Seite, welche bisher am Boden war, jetzt der Flamme

ausgesetzt wird. Dieß muß sehr schnell geschehen, und die Einsatzthüre so wenig als möglich aufgemacht werden. Nach dem Umkehren legt er nochmals Kohlen auf den Heerd, unmittelbar hinter der Einsatzthüre, hält diese noch 5 bis 8 Minuten geschlossen, sodann aber sind die Packete zum Walzen bereit. Sie sind alsdann weiß und glänzend wie Schnee und sind saftig und von Schlacken triefend.

In der Regel kann man auf je 2 Stunden eine Ladung und für jede Ladung 6 Packete, mithin in 24 Stunden 72 Packete rechnen. Nehmen wir z. B., wie im vorliegenden Fall, jede fertige Schiene einstweilen zu 125 Kilos an, so mußten, da der Hütte zu Seraing eine monatliche Ablieferung von 12000 Ctnr. (5576 Stück) zur Bedingung gemacht war, des Tages 224 Pakkete abgeschweißt werden — den Monat zu 24 Arbeitstagen gerechnet — d. h. es mußten unter dieser Voraussetzung täglich ohngefähr 4 Schweißöfen im Betriebe stehen. Dieß war auch der regelmäßige Betrieb; — es läßt sich indessen leicht denken, daß dieser Gang theils durch den Drang anderer Bestellungen, theils durch den Mangel an Corroyés und Milbars, theils durch Reparaturen an den Maschinen ꝛc. ꝛc. hin und wieder gestört wurde. — Was ein ununterbrochener Gang von 4 Schweißöfen voraussetzt, soll weiter unten nochmals kurz berührt werden. — Nach einem mehrmonatlichen Durchschnitt belief sich der Kohlenverbrauch bei 4 Schweißöfen für 1000 Kilos gewalzter Schienen, wie folgt:

1ster Ofen	490	Kilos	Stückkohle.
2ter —	481	—	—
3ter —	465	—	—
4ter —	539	—	—

Summa 1975 Kilos Stückkohlen. Durchschnitt 494 Kilos zu 1000 Kilos Schienen.

3. Vom Walzen der Packete.

A. Walzwerk

Das Fundament des Walzwerkes bildet ein Ziegelgewölbe, worauf ein starkes Gerüst aus hartem Holze gelegt ist. Auf diesem befindet sich die Ständerplatte, welche mit schmiedeeisernen Stangen, die durch das Fundamentsgemäuer gehen, auf jenes niedergeschraubtwird, und aus zwei oder mehreren Stükken gegossen sein kann, die dann wieder durch Schrauben und Flanschen untereinander verbunden sind. Auf den Ständerplatten stehen die Ständer, welche mit den etwas vorstehenden Ständern ihrer Füße auf entsprechende Erhöhungen der Platte passen, und sodann mit Holz und Eisenkeilen, welche zwischen die Leisten der Ständerplatten und Ständerfüße getrieben werden, befestigt sind. Je zwei zusammengehörige Ständer sind wieder untereinander durch zwei

schmiedeeiserne Bolzen am Kopfe und zwei solche am Fuße verbunden. Die untere Walze liegt in einem einfachen Zapfenlager, das im Fußgestelle des Ständers sich befindet; hingegen ist die obere Walze mit ihren Zapfenlagern an 4 schmiedeeisernen Spindeln aufgehängt; kann also mittelst der Schraubenmuttern derselben gehoben, gesenkt und endlich durch die zwei großen Schrauben auf beiden Seiten festgestellt werden. Zunächst an der, das Walzwerk bewegenden Dampfmaschine sind die 2 Ständer der Getriebe, von denen das untere seine Bewegung zunächst durch ein Kuppelungsstück erhält und dieselbe dem obern Getriebe mittheilt. Von den Getrieben geht die Bewegung durch Muffen und Verlängerungsstücke auf die beiden Schicht- oder Fertigmachwalzen und von diesen hin wieder auf dieselbe Weise auf die beiden Streck- oder Vorwalzen über. Durch einen Hebel, der das Kuppelungsstück an jenes der Dampfmaschine schiebt, wird das Walzwerk in Gang gesetzt. Die ganze Länge des Walzwerks ist 20′ 8″. Die Streck-, so wie die Schlichtwalzen sind in Sand gegossen, so, daß nach dem Gusse noch $^2/_8$ Zoll abzudrehen sind. Das Eisen dazu muß etwas halbirt sein. Man gießt sie aus Kupolöfen.

Die Form besteht aus den beiden Zapfen und dem Körper der Walze, mithin aus 3 Flanschen und aus jener des Uebergusses, welcher ohngefähr $^1/_3$ der Höhe der ganzen Walze und die Dicke des Zapfens hat. Man gießt sie stehend, führt den Einguß außerhalb der Form vom untern Zapfen herauf, — woraus folgt, daß der Einguß in besondern Flaschen eingeformt wird.

Aus der Gießerei kommt die Walze auf die Drehbank. Der Dreher hat die Kaliber beider Walzen in natürlicher Größe auf einem Brete gezeichnet vor sich. Er steckt vorerst die Walze zwischen die beiden Körnerspitzen der Drehbank, und dreht die Zapfen ab. sodann aber legt er dieselbe mit den beiden abgedrehten Zapfen im Lager, welche in Ständern sich befinden, so, daß die Walze wie in dem Walzenständer zu liegen kommt; legt sich sodann seine Lehre darauf und dreht nach derselben die Walze fertig. Sodann kommt die zweite Walze an die Stelle der ersten schon fertigen, diese aber über die jetzt abzudrehende Walze zu liegen; — gerade so, wie sie übereinander in den Walzenständern sich befinden; und so können die beiden Walzen aufs Genaueste übereinstimmend gedreht werden. — Ein fleißiger Dreher kann ein Paar solcher Walzen in 12 Arbeitstagen fertig machen.

Die Kaliber für die baierschen Eisenbahnschienen waren auf 5 Walzenpaaren vertheilt. Es sind derselben im Ganzen 12, von denen die Kaliber 12 bis 7 incl. Vorbereitungs- oder Streck- und die von 6 bis 1 Schlicht- oder Fertigmachcaliber sind. — Es befinden sich von denselben die Nr. 12 bis 4 incl. auf den Vorwalzen und die Nr. 3 bis 1 (jede Nr. doppelt) auf den Fertigmachwalzen; so, daß also auf die Vorwalzen 9 verschiedene, auf die Fertigmachwalzen aber 6 Kaliber (wovon je 2 gleich sind) kommen. Das Packet

(im kalten Zustande 7 Zoll breit und $7^3/_4$ Zoll hoch) passirt in der Schweißhitze zuerst das Kaliber Nr. 12 so, daß die Stäbe auf die schmale Seite gelegt sind; sodann die Kaliber Nr. 11 so daß die Stäbe auf der breiten Seite liegen; — und so abwechselnd durch alle 6 Vorbereitungskaliber. Es ergiebt sich also von selbst, daß, so oft das Packet eine Cannelure passirt hat, dasselbe nun einen Quadranten gewendet werden muß. Durch das Kaliber Nr. 6 geht nun dasselbe so, daß die Stäbe wieder auf der schmalen Seite liegen, auf daß die beiden Corroyés die Köpfe der Schienen bilden können. Und von nun an bleiben die Stäbe stets in dieser Lage; nur wird bei jedem folgenden Kaliber die Schiene um ein Halbkreis, d. h. auf die entgegengesetzte Seite gewendet.

Die Vorbereitungskaliber sind so vertheilt, daß die Hälfte jedes Kalibers in der obern, die andere Hälfte in der untern Walze sich befindet. Weil hier das Packet noch keine beabsichtigte Form bekommt, so dienen die Zwischenräume zum Entweichen der Schlacke. Sobald aber das Packet die ersten Umrisse der Schienenform erhält, so befinden sich beide Köpfe der Schienen in einer Walze, um sie so rein als möglich auszudrücken. Nur die beiden letzten Kaliber Nr. 2 und 1 sind wieder so angelegt, daß in jeder Walze die eine Hälfte des Kopfes sich befindet, weil, bis die Schiene daselbst angekommen, ihr Kopf schon fast rein ausgebildet ist. — Würde sich ein Kopf der Schiene in der obern und der andere in der untern Walze befinden, so würde, sobald beim Durchwalzen die Schiene auf- oder abwärts sich böge, jener Kopf, welcher die Außenseite des Bogens machte, in Gefahr stehen, aufzureißen, weil das Eisen noch zu warm, also zu weich ist. — Deshalb müssen die Doppel-T-Schienen immer liegend gewalzt werden, was bei dem Einfach-T-Schienen nicht der Fall ist; weshalb bei letztern auch der Kopf mit leichter Mühe rein ausgewalzt werden kann.

Sobald die Schiene aus den letzten Kaliber tritt, ist sie noch rosarothwarm, und wird, bis sie völlig erkaltet, rings im Profil um $1^1/_2$ Millimeter schwinden, weshalb die Walzen so gestellt sein müssen, daß die Kalieber um dieses sich erweitern. Man begreift leicht, daß der Grad des Schwindens sich nach jenem der Hitze richtet, welche die Schiene nach dem Auswalzen noch hat, und daß viele Erfahrung und ein geübtes Auge dazu gehört, dies zu beurtheilen. Neben der Qualität des zum Verfrischen angewendeten Roheisens liegt hauptsächlich auch hierin der Grund der Differenz des Gewichtes und der mehr und minder genauen Einhaltung des Profils, und es ist daher beim Beginne jeder Woche insesondere, so wie an jedem Tage, die Verification des Schienenprofils der kalten Schiene und die Vergleichung desselben mit dem Gewichte für die genaue Stellung der Walzen von außerordentlicher Wichtigkeit.

Legt man sämmtliche Kaliber in ein Netz von ganz kleinen Quadraten, so findet man folgende Verhältnisse der aufeinander folgenden Kaliber:

Kaliber	Nr. 12 : Nr. 11	=	1,47 : 1		
—	— 11 : — 10	=	1,19 : 1	Vorbereitungs-kaliber.	
—	— 10 : — 9	=	1,20 : 1		
—	— 9 : — 8	=	1,19 : 1		
—	— 8 : — 7	=	1,14 : 1		
			6,19 : 5		

Kaliber	Nr. 6 : Nr. 5	=	1,30 : 1	
—	— 5 : — 4	=	1,22 : 1	Fertigmach-kaliber.
—	— 4 : — 3	=	1,16 : 1	
—	— 3 : — 2	=	1,08 : 1	
—	— 2 : — 1	=	1,03 : 1	
			5,79 : 5	

Der Uebergang aus Nr. 7 zu Nr. 6 = 1,44 : 1.

Daraus ersieht man, daß die Abnahme bei den Vorbereitungscanneluren rascher als bei dem Fertigmachkaliber ist, weil bei jenen natürlich die Hitze des Eisens noch größer ist. — Es läßt sich nun auch die Zahl der Kaliber durch Rechnung finden. Es sei der Querschnitt des Kalibers Nr. 12 = y, jener der Nr. 1 = x, und das Abnahm-Verhältniß durch $\frac{v}{u}$, so wird die zweite d. h. das Kaliber, welches das nächst kleinere nach Nr. 12 ist, gleich sein:

$$\frac{v}{u} y = B$$

Die dritte würde sein:

$$= \frac{v}{u} . B = \frac{v}{u} . \frac{v}{u} . y = \left(\frac{v}{u}\right)^2 y = C,$$

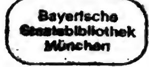
Die vierte:

$$= \frac{v}{u} . C = \frac{v}{u} . \left(\frac{v}{u}\right)^2 y = \left(\frac{v}{u}\right)^3 y = D,$$

mithin das n te Kaliber wird sein $\left(\frac{v}{u}\right)^{n-1} y = x$, in welcher Gleichung n die Anzahl der nöthigen Kaliber andeutet. Das Mittel aus obigen 2 Abnahm-Verhältnissen ist:

$$= \frac{\frac{5,79}{5} + \frac{6,19}{5}}{2} = 1,195$$

Aus der Gleichung $x = \left(\frac{v}{u}\right)^{n-1} y$ folgt $- =$



$$\left(\frac{u}{v}\right)^{n-1} = \left(1{,}195\right)^{n-1}.$$

$$Lg.\ y - Lg.\ x = (n\ 1)\ Lg.\ 1{,}195.$$

$$\frac{Lg.\ y - Lg.\ x}{Lg.\ 1{,}195} + 1 = n$$

Die Zahl der Quadrate in der Kaliber Nr. 12 sei z. B. 5810 = y (indem 1 Quadrat gleich einer bayerschen Quadratlinie ist), so ist jene in der Kaliber Nr. 1 = 711 = x. Diese Werthe in die letzte Gleichung gesetzt, erhält man:

$$n = \frac{Lg.\ 5810 - Lg.\ 711}{Lg.\ 1{,}195} + 1 = 11{,}8 + 1 = 12{,}8$$

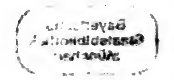
d. h. 12,8 Kaliber sind rechnungsmäßig nothwendig, um bei den angegebenen Abnahm-Verhältnisse aus dem Kaliber Nr. 12 die Kaliber Nr. 1 herzustellen.

Der Uebergang von den Vorbereitungs- zu den Fertigmachkalibern, d. h. von Nr. 7 zu 6 ist zu rasch (1,44 : 1), ein Fehler, welcher beständig eine zu große Quetschung auf die untern Partien der Schienenköpfe verursachte, und es wäre räthlicher gewesen, anstatt 12 Kaliber 13 zu nehmen, — wie der Calcul darauf hinweiset, — oder aber in den 12 Kalibern den Uebergang mehr vorzubereiten, wie es auch später bei den Hessen-Casselschen Schienen geschah. Indessen hatte dieß, da das Eisen bei diesem Uebergang noch fast weiß war, keinen schädlichen Einfluß.

Betrachtet man die Fertigmachkaliber nach der Richtung a — b, so nehmen dieselben von 6 — 1 immer ab, hingegen werden sie nach der Richtung c — d hin stets größer, bis endlich in Nr. 1 die Schienenköpfe ausgebildet sind. Letzteres geschieht sehr langsam, um dem Kopfe Solidität und Reinheit zu geben.

Zur Anfertigung der bayrischen Schienen sind 6 Paar Fertigmachwalzen und 3 Paar Vorwalzen gemacht, und mehr als die Hälfte derselben auch zum Nachdrehen kann zwei-, drei- und öfter mal geschehen, indem dies lediglich von dem Fehler abhängt, welche die Walze durch den öftern Gebrauch erhält, — und davon hängt auch die Zeit ab (1 bis 3 Tage), welche man zum Nachdrehen eines Walzenpaares nöthig hat.

Die Kosten des Schienenwalzwerks mit 2 Paar Walzen, Ständern und Getrieben sind zu Seraing und ohne Fundament 11230 Frcs. Die Unterhaltung desselben beschränkt sich, besondere Unglücksfälle bei Seite gesetzt, lediglich auf die Instandhaltung der Walzen. Dies ist aber in der That ein sehr kostspieliger Artikel. Ein Paar Vorwalzen wiegt 2561 Kilos und ein Paar Fertigmachwalzen 1720 Kilos, wobei im ungedrehten Zustande die 100 Kilos 21 Frcs. und im fertig gedrehten die 100 Kilos 30 Frcs. kosten. Mithin belaufen sich die nöthigen Walzen auf 1285,2 Frcs. — Der zum Walzen nöthige Raum ergiebt sich leicht aus der Länge der Schienen (setzen wir 20 Fuß)



und den Dimensionen des Walzwerks $6 \times 20{,}75 = 124{,}5$ □ Fuß. Für die bayerschen Schienen kann also derselbe circa auf $20{,}75 \times 40 + 124{,}5 = 954{,}5$□′ angenommen werden.

B. Vom Auswalzen der Schienen selbst.

Dies geht folgendermaßen vor sich. Ehe das Packet aus dem Ofen kommt, setzt einer der Walzer das Walzwerk mit der Maschine in Verbindung; das Packet wird nun so schnell als möglich zu den Walzen gezogen, mit der Zange an einem Ende, an dem andern aber mit an Ketten aufgehängten und nach der Länge des Walzwerks hin verschiebbaren Hebeln gepackt und unter das erste Kaliber geschoben. Auf der entgegengesetzten oder Auslaßseite faßt es ein Anderer, ebenfalls mit einer Zange, und zwei Gehülfen mit Hebeln heben es auf die obere Walze und geben es hier wieder auf die Einlaßseite hinüber. Dies Alles muß mit einer größtmöglichen Geschwindigkeit geschehen. Der Vorwalzer auf der Einlaßseite faßt es sofort wieder mit der Zange und seine beiden Gehülfen tragen es nun mit einer Stange, während ein Vierter mit einem Hebel die Schiene in die betreffende Cannelüre einweiset u. s. f. — Das Umwenden des Packets geschieht von jenen, welche die Zange führen. — Dem Vorwalzer ist es überlassen, ein nicht schön geschweißtes Packet zurückzuweisen, oder im Falle ein Packet beim Walzen zu kalt geworden ist, es nochmals in den Schweißofen bringen zu lassen. Er hat mit dem meist immer anwesenden Aufseher die Walzen zu stellen und bei Auswechselung derselben zugegen zu sein. —

Das Aus- und Einwechseln der Walzen sowie die ganze Aufstellung des Walzenwerks geschieht mit Hülfe eines, dem ganzen Platz zum Walzen, sowie die nahebei aufbewahrten vorräthigen Walzen beherrschenden Krahns. —

Die Zeit zum Walzen einer Schiene war im Durchschnitt $2^1/_2$ Minute. Es hing dies theils von der Entfernung des Schweißofens, theils von dem Gange der Dampfmaschine, theils von der Hitze des Packets ꝛc. ab. Rechnet man für 1 Ofen 6 Packete, so konnte derselbe in $^1/_4$ Stunde geleert sein. Ging man mit 4 Schweißöfen, so dauerte das Walzen 1 Stunde ununterbrochen fort, wenn alle Oefen so mit ihren Hitzen vorangingen, daß einer nach dem andern ausziehen konnte. Dies geschah nun sehr selten, wäre auch nicht zweckdienlich gewesen, weil bei einem solchen ununterbrochenen Gange die Dampfmaschine nicht hinreichenden Dampf hätte bekommen können, oder ein forcirter Gang hätte herbeigeführt werden müssen.

C. Von der Maschine, welche das Walzwerk betrieben hat.

Man rechnet für ein Schienenwalzwerk in Belgien 22 — 25 effective Pferdekraft. Es ist zwar hier nicht der Ort, eine detaillirte, mathematische Un-

tersuchung über die Leistungen dieser Dampfmaschine zu liefern; indeß kann doch nicht ganz stillschweigend darüber weggegangen werden, weil das Resultat wenigstens zeigen muß, welche Kraft man einer Dampfmaschine der Art geben müsse, um damit den nöthigen Nutzeffect zu bekommen.

Die Maschine also, welche das Walzwerk für die bayrischen Eisenbahnschienen bewegt hat, ist eine Hochdruckmaschine ohne Condensation und ohne Absperrung; der Dampf streicht indessen, vor seinem Entweichen in die freie Luft, über das Speisewasser und wärmt dasselbe vor.

Der Dampfcylinder hat (alles im engl. Maaße, 12 Zoll bayer. = $11^1/_2$" engl. = 0,292 Meter) 21" Durchmesser. Die Kurbel = $3^1/_2$ Fuß, also der Hub = 7 Fuß. — Der Raum, welchen der Kolben bei einem einfachen Hube durchgeht = 0,477 Kubikmeter; mithin bedarf die Maschine bei jedem Umgange 0,954 K.-M. Dampf. Nehmen wir 4 Schweißöfen im Gange, wo die Maschine während 22 Tagen beobachtet wurde. Sie machte da im Durchschnitt 28 Umgänge pro Minute, bei einem Dampfdrucke von 2 Atmosphären im Kessel. — Bei diesem Gange war der Dampfdruck auf jeden Quadratcentimeter der Kolbenfläche ohngefähr = 0,9 Kilos. Der Kolben machte bei jedem Umgang einen Weg von 14 Fuß = 4,26 Meter; mithin war seine Geschwindigkeit (pro Secunde) = 1,086 Meter. Daher das dynamische Moment 3990 Kilogramme oder 53,14 Pferdekraft. — Bei obigen Beobachtungen hat die Maschine in 261 Stunden 77520 Kilos Steinkohlen (meist Kohlenklein), mithin 5,5 Kilos Kohlen für 1 Pferdekraft in Einer Stunde verbraucht. — So günstig dieses Resultat rücksichtlich des Verbrauches an Brennmaterial für eine derartige Maschine ist, so hat dieselbe doch, wie jede andere Dampfmaschine, keinen bedeutenden Nutzeffect. — Nimmt man eine zur Berechnung der Kraft der Hochdruckmaschinen ohne Absperrung und Condensation entworfene Formel

$$P = k.\ n.\ h.\ 222.\ v\ (p - 1,033)$$

worin P die Zahl der Pferdekräfte, n die Zahl der einfachen Kolbenschläge pro Minute, v der Raum, welchen der Kolben bei einem Hube durchläuft, p der Dampfdruck im Kessel auf einen Quadratcentimeter und k der Nutzeffects-Coefficient ist, so findet man für k = 0,51, also 51 Procent Nutzeffect.

Wenn nun schon auch diese Formel den Werth von k etwas zu klein angiebt, so konnte man bei der in Frage stehenden, sehr gut bedienten Dampfmaschine doch auch nur höchstens 60% Nutzeffect annehmen. Denn für die End- und Auslappsägen (von denen weiter unten die Rede sein wird), welche von der nämlichen Dampfmaschine betrieben wurden, darf man 5 Pferdekraft in Anschlag bringen, und mithin entziffern sich ohngefähr $^3/_5$ Nutzeffect, wie auch angegeben wurde.

Zum Betriebe dieser Maschine waren beständig 2 cylindrische Kessel in

Feuerung, wobei der cylindrische Theil eines jeden 27 Fuß lang ist, und 6 Fuß Durchmesser hat. Die halbkugelförmige Kuppel hat zu ihrem Halbmesser 3' Mithin ist der körperliche Inhalt eines Kessels 29,566 Kub.-Met. Da $^2/_3$ dieses Raumes mit Wasser gefüllt, so sind 19,711 K. M. Wasser im Kessel, mithin in beiden 39,422 K. M. und es bleibt für den Dampf ein Raum von 19,710 K. M. Da die Maschine pro Minute 26,7 K. M. Dampf verbraucht, so kann man daraus auf die schnelle Bildung des Dampfes, so wie auf die Wirkung des Schwungrades schließen. Denn diese 2 Punkte außer Acht gelassen, würde die Maschine schon beim 20sten Hube ohne Dampf sein. Dies geschah indeß nur dann (und zwar immer nach vorausgegangener großer Anstrengung der Maschine), wenn alle 4 Oefen schnell nach einander ihre Packete auszogen und sodann auch noch inzwischen die Auslappsäge eine bedeutende Geschwindigkeit der Maschine in Anspruch nahm. —

Die Oberfläche des Kessels ist = 69,055 Quadratmeter. Der 3te Theil dieser Fläche ist der Flamme nicht ausgesetzt, mithin bleibt als Heizoberfläche 46,037 Q. M. und weil der Kessel auf dem Boden auf zwei nach seiner Länge hinziehenden schmalen Mauern von 0,1 Met. Breite aufliegt, so kommt hiefür auch noch 2,01 Q. M. in Abzug, und es bleibt als nutzbare Heizfläche für jeden Kessel 44,027, also für beide 88,054 Q. M., also für 1 Pferdekraft 1,66 Q. M. Heitzfläche. — Der Feuerbau ist so geführt, daß die Flamme $^2/_3$ des Kessels umspült, und sodann in einen von Eisenblech angefertigten gemeinschaftlichen Kamin einzieht. Was der Flamme ausgesetzt ist, wird von feuerfesten, das übrige Gemäuer aber von gewöhnlichen Ziegeln aufgeführt. — Der blecherne Kamin ist von unten auf 18 — 20 Fuß hoch mit feuerfesten Ziegeln gefüttert, und hat eine Höhe von circa 80 Fuß. Die Aufstellung eines solchen Blechkamins kostet wenig Mühe, er hat aber, weil er sich immer schnell abkühlt, geringen Zug. —

Jeder Rost hat $4^1/_2$ Fuß Länge, 41 Breite und das darauf brennende Kohlenklein soll im Durchschnitte eine 4'' hohe Schicht bilden.

Gleiche Vertheilung des Brennmaterials auf dem Roste und zeitgemäße Durchräumung des letztern ist zur regelmäßigen Dampferzeugung und Ersparung des Brennmaterials eine Hauptsache. —

Das Gebäude, in welchem diese Maschine sammt ihren beiden Kesseln sich befindet, nimmt einen Flächenraum von circa 1720 □ Fuß ein.

Die Kosten der Maschine betragen

loco Seraing	16000	Frcs.
die beiden Kessel sammt Einbau	8000	„
die Transmission der Bewegung	3420	„
Aufstellung der Kessel und Maschine	6000	„

Die Unterhaltung der Maschine kostet nach einer jährlichen genauen Beob-

bachtung 779 Centimen für 1 Pferdekraft in 1 Stunde, was, große Reparaturen nicht mitgerechnet, jährlich einen Aufwand von circa 12000 Frcs. verursacht. Die Unterhaltung der Kessel beträgt ebenfalls nach einem Jahresdurchschnitte 170 Frcs., mithin die Gesammtunterhaltungskosten der Maschine sammt Kessel 12170 Frcs., also mehr als das Drittel der Anlagekosten! —

Arbeitete nun diese Maschine für 4 Schweißöfen, so konnten des Tages 288 Stück Schienen fertig werden. Ging man nur mit 3 Schweißöfen und arbeitete die Maschine demungeachtet (aber meistens blos für die Bewegung der Auslappsägen, welche eine bedeutende Geschwindigkeit erfordern), so consumirte sie für geringen Kraftaufwand beinahe denselben Dampf, ohne dasselbe zu leisten und das Walzenpersonale blieb dabei zu lange unbeschäftigt. Ging man aber mit 5 Schweißöfen, so traf es sich sehr oft, daß der Maschine mitten im Gange der Dampf mangelte, und so manche Schiene, halb fertig, unten den Walzenderkaltetete. Der Gang mit 4 Schweißöfen war daher der regelmäßigste und zweckmäßigste. Dabei richtete sich der Maschinist stets so, daß er, während das Packet die Vorwalzen passirte, die Maschine etwas langsamer gehen ließ, damit die Cannelüren das Eisen leichter mit sich fortführten; hingegen, sobald man zu den Fertigwalzen kam, die Maschine in den raschesten Gang setzte, wobei sie dann wohl auch bis 30 und mehr Umgänge pro Minute machte

4. Von den Sägen zum Abschneiden der Schienen-Enden.

Sobald die Schiene gewalzt ist, befindet sie sich noch in starker Rothglühhitze, und wird nun sofort auf die bestimmte Länge an beiden Enden abgeschnitten. Weil das Eisen von der Rothglühhitze bis zum völligen Erkalten um $1/8$ Zoll auf jeden englischen Fuß schwindet, so ist die an beiden Enden abgeschnittene Schiene um gute 2 Zoll länger als $17^1/_2$ Fuß. Man begreift wohl leicht, daß das Schwindmaß je nach dem Grade der Hitze verschieden ist, in welchem sich die Schiene noch befand, als sie abgeschnitten wurde. Daher kommt es, daß die erkalteten Schienen in ihrer Länge um $1/4$ Zoll variiren können. — Je schneller die Schiene abgeschnitten wird, desto kürzer, und je mehr sie vor dem Absägen erkaltet, desto länger wird sie im erkalteten Zustande sein. — In der That geht auch, nachdem die Schiene die Walzen verlassen hat, das Einziehen außerordentlich rasch, und es ist hieraus ersichtlich, daß es unmöglich ist, schon jetzt die Schiene auf die genaueste Länge zu bringen.

Das Abschneiden muß schnell und sicher geschehen. — Die Schienen mit einem Meißel abzuhauen oder mit einer Scheere abzuschneiden, würde nicht nur umständlich sein, sondern auch den Nachtheil haben, daß man das Profil der Schiene verzerrt oder zeequetscht. Nichts ist in der That sinnreicher als sie abzusägen. Dies geschah denn auch mittelst zweier Rundsägen, von denen

jede, beide aber zu gleicher Zeit und mit einer ungeheuern Geschwindigkeit, ein Ende der Schiene mit einer befriedigenden Genauigkeit durchsägte. Zu diesem Behufe wurde die Schiene auf eine bewegliche Unterlage gezogen, daselbst zuerst gerade gerichtet, dann aber mit ihrer Unterlage an die Sägen geschoben. Um die Schiene auf die Unterlage zu bringen, hat man mehrere Eisenstangen, die gleichsam als schiefe Ebene dienen, an der Unterlage befestigt, welche sich gerade so, wie diese, verschieben lassen konnten. Diese Eisenstangen stemmten sich gegen eine gußeiserne Platte auf der Hüttensohle und verhinderten so, daß die Unterlage gegen den Arbeiter zu fällt; im Gegentheile aber bewirkt ein auf der entgegengesetzten Seite der erwähnten Eisenstangen, an der Unterlage befestigtes Gegengewicht, daß die letztere leicht wieder gegen die Sägen zurückfällt. Diese Unterlage ist von Gußeisen, umgreift das halbe Profil der darauf gelegten Schiene, und ist auf mehreren beweglichen Ständern befestigt, welche alle denselben Bogen beschreiben, so daß also die Unterlage ganz horizontal auf allen zugleich aufliegt und sich mit denselben vor- und rückwärts bewegt. Damit aber die Schiene, wenn die Sägen in sie einzuschneiden beginnen, nicht verrückt werden kann, so wird sie an beiden Enden mit einem Hebel, den die Arbeiter während des Absägens in der Hand behalten, auf die Unterlage niedergepreßt und auf diese Weise festgehalten, nähert sie sich langsam den Sägen. Diese müssen sich wenigstens 850 bis 900 Umdrehungen pro Minute machen — theils um die Sägen selbst zu schonen, theils um den Schnitt so senkrecht als möglich zu machen. — Es versteht sich nun von selbst, daß die Entfernung der beiden Sägen gleich der Länge ist, welche die Schiene bekommt. —

Der Bau derselben ist folgender:

a. eine gußeiserne Grundplatte, welche auf das Fundament niedergeschraubt ist;

b. ein Ständer, welcher auf der Grundplatte befestigt ist, und in welchem die Achse der Säge mit ihrem Zapfenlager liegt;

c. die Säge selbst; bestehend aus der Achse sammt Riemscheibe der Plattform, worauf die Sägeblätter geschraubt sind, — und die Sägeblätter selbst;

d. die um die Ständer bewegliche Unterlage sammt Zubehör (Eisenstangen und Gegengewicht);

e. ein Gehäuse von Blech dient als Bedeckung der Säge, um jedem Unglücke vorzubeugen, und

f. endlich die zur Fortpflanzung der Bewegung gehörigen Riemen und Riemscheiben.

Die Grundplatte mit dem Fundament so wie die Ständer bedürfen keiner weitern Erklärung. Die Achse der Säge ist aus Schmiedeeisen, und auf die Zapfen, welche in messingenen Lagern laufen, ist ringsum eine Stahlplatte

geschweißt, wodurch der zu raschen Abnutzung vorgebeugt wurde. Es ist zu bemerken, daß die Achse nicht zu stark in die Zapfenlager eingeschraubt werden darf, weil sonst die Reibung zu viele Hindernisse verursacht. Indessen darf die Achse auch nicht schwanken, weil dann die Säge ausweicht und der Schnitt nicht mehr senkrecht genug wird. Dies könnte auch durch eine übertriebene Länge der Achse herbeigeführt werden. Im Gegentheile aber hat man wieder die Erfahrung gemacht, daß eine zu kurze Achse eine zu rasche Abnutzung der Sägeblätter verursachte. —

Die Plattform oder Scheibe ist von Gußeisen und an die Achse gesteckt und angeschraubt.

Der Sägeblätter hatte man sechs. Anfangs bestand das Sägeblatt nur aus Einem Stücke vom englischen Gußstahle. Dies hatte den Nachtheil, daß, wenn ein Theil davon brach, man das ganze Blatt verwerfen mußte — und ein solches Blatt kostete 214 Frcs. Davon ging man also bald ab, kaufte englischen Stahl in Platinen, walzte diese zu Blechen aus und schnitt aus sechs derselben die genannten sechs Sägeblätter. Diese wurden nun auf die Plattform oder Scheibe geschraubt, auf der Drehbank so abgedreht daß sämmtliche Bögen dieser sechs Stücke die Peripherie der Säge bildeten; sodann von der Scheibe abgenommen, die Zähne darauf gezeichnet und ausgefeilt, diese sodann gehärtet und endlich sämmtliche Sägeblätter wieder auf die Scheibe geschraubt. Da aber die Zähne der Sägeblätter, wenn sie sich abgenutzt hatten, wieder nachgefeilt wurden, so mußten jene Oeffnungen in den Sägeblättern, durch welche die Schrauben gehen, mit denen die Sägeblätter auf die Scheibe geschraubt werden, ebenfalls nach der Richtung des Rades verlängert sein. Nun hat man aber die Beobachtung gemacht, daß, da die Schrauben dadurch mehr Spiel bekamen, sie sich bei der ungeheuern Erschütterung um ihre Achse drehten, — und um dieser Bewegung vorzubeugen, drehte man in die Plattform eine Vertiefung ein, um die Schraubenköpfe in dieselben einzusenken. —

Anstatt der englischen Stahlplatinen verfertigt man aus alten Stahlstükken von abgenutzten Werkzeugen rc. Packete, schweißte und hämmerte dieselben in Platten und walzte sie endlich zu Blechen für die Sägeblätter aus. — Ferner versuchte man Schmiede-Eisenstangen zu cementiren, indem man sie in einem Tiegel mit Holzkohlen umgab, heftig glühte, in kleine Stangen hämmerte, dann walzte und so wie oben verwendete. Die Ersparung gegen früher war dabei freilich ungeheuer, indessen bleibt der Verbrauch an Stahl für die Sägeblätter demungeachtet noch immer sehr bedeutend. — Alle 14 Tage mußten dieselben abgenommen, enthärtet, sodann wieder auf der Drehbank nachgedreht, die Zähne ausgefeilt, die Blätter wieder gehärtet und endlich auf die Scheibe geschraubt werden. Zur Schonung der Sägeblätter trug wesentlich

bei, daß man die Schiene so heiß als möglich unter dieselben brachte, und den Sägen die größtmögliche Geschwindigkeit gab. War letzteres nicht der Fall, so sind auch die besten Sägeblätter zu Trümmern gegangen.

Die Form der Zähne ist verschieden, auch hatte dieselbe keinen bedeutenden Einfluß auf die Wirksamkeit und Abnutzung derselben.

Diese Endsäge nun wird ebenfalls durch eine Dampfmaschine auf folgende Weise in Bewegung gesetzt:

Die Fortpflanzung der Bewegung des Dampfkolbens geschieht durch den Balancier, an dessen einem Ende die Kurbelstange und an diesem die Kurbel sich befindet. Auf der Achse der letzteren steckt ein großes Kammrad (dessen Diameter = D = 12 Fuß) welches in ein kleines (dessen Diameter = d = 6 Fuß) eingreift. Auf der Achse dieses letzteren steckt das Schwungrad und in derselben Richtung fort liegen die Walzen. Heißt man die Zahl der Doppelhube des Dampfkolbens = n, so ist die der Umgänge der Walzen = $\frac{D}{d} . n$ mithin bei dem oben erwähnten Gang von 28 ganzen Kolbenhüben pro. Minute = 56. — Vom Schwungrade nun, dessen Diameter = S = 15 Fuß ist, wird mittelst eines Riemens auf die beiden Sägen die Bewegung fortgepflanzt, und die Riemscheibe, mit welcher das Schwungrad zunächst in Verbindung steht, hat einen Durchmesser von 6 Fuß = 𝔇. Diese giebt ihre Bewegung hinab auf eine solche von 1 Fuß = Δ Durchmesser. Da auf der Achse der letztern die Sägen stecken, so werden die Umdrehungen der letztern pr. Minute sein =

$$\frac{\mathfrak{D}}{\Delta} . \frac{S}{\mathfrak{D}} . \frac{D}{d} . n$$

mithin werden die Sägen bei obigen Gange 840 Revolutionen pr. Minute machen. —

Man rechnet, wie schon erwähnt, für eine solche Säge 2—3 Pferdekräfte, und der für dieselbe nöthige Raum ist circa 312 □ Fuß. Die Kosten einer Endsäge berechnen sich loco Seraing auf

	2925 Frcs.	97 Cent.
Aufstellung	100 „	— „
Total	3025 Frcs.	97 Cent.

Eine an beiden Enden abgesägte Schiene wog im Durchschnitte 127 Kilos, und es betrug der Abfall an Enden bei 100 Kilos Schienen circa 12 bis 13 %. Nach mehreren Beobachtungen belief sich der Abbrand bei allen oben angegebenen Arten der Zusammensetzung der Packete von diesem bis zur ausgewalzten Schiene (also Schweiß- und Walzabgang) auf 7%. Es ist richtig, daß mit der Qualität des zu den Packeten verwendeten Eisens der Abbrand im umgekehrten Verhältnisse steht; d. h. je besser das Eisen war, das der Schweißhitze unterworfen wurde, desto geringer der Abbrand. — Je unreiner das

Eisen vor dem Schweißen war, desto größer war die Gewichtsdifferenz nach dem Auswalzen, da diese Unreinigkeiten beim Walzen herausgedrückt wurden, und das Eisen an Dichtigkeit zugenommen hatte. Berechnet man den kubischen Inhalt eines jeden zum Packete verwendeten Stückes Eisen, mithin den des Packetes und jenen der abgesägten Schiene, so ergiebt sich eine Volumen-Differenz von nahe 25%. Nimmt man für die Enden 13%, für den Abbrand 7%, so ist der gesammte Verlust 20% zwischen dem Packete und der abgesägten Schiene. Die Differenz zwischen dem Gewichts- und Volumen-Unterschiede wäre demnach 5%, welche theils auf Rechnung der Unmöglichkeit eines scharfen Calculs, theils auf Rechnung der Zunahme des Eisens an Dichtigkeit kommen. Je mehr sich alsodie Qualität des Eisens erhöhet, desto größer die Volumen-Differenz, was sich auch durch einen einfachen Calcul leicht ergiebt. *)

5. Vom Dressiren der Schienen

a. Auf der Richtbank (im warmen Zustande).

War die Schiene an beiden Enden abgeschnitten, so zog man sie sofort auf die Richtbank. Sie war noch so weich, daß sie den Schlägen eines Holzschlägels leicht nachgab und mithin ganz nach Belieben gerichtet werden konnte.

Die Richtbank ist eine gußeiserne Platte, in welche die Hälfte des Profils der flach gelegten Schiene genau paßte. Dieses Halbprofil wurde schon in die Platte gegossen, auf der Hobelbank aber sodann noch so bearbeitet, daß alle Erzeugenden desselben vollkommen söhlig und untereinander parallel waren, so daß also nach der ganzen Länge hin auf allen Punkten die Schablone des Halbprofils genau einpaßte. Die Richtbank war so breit, daß das Halbprofil zweimal auf derselben vorhanden war; und in Einem Stücke gegossen, so schwer, daß sie beim Richten der Schiene sich nicht verrückte. Sie hatte eine nach ihrer Breite hin etwas geneigte Lage, so daß der Arbeiter, wenn er mit dem Holzschlägel auf die Schiene schlug, die ganze Breite der Schiene traf.

Die Schiene wurde dann zuerst, im Halbprofil der Richtbank liegend, so lange beklopft, bis sie vollkommen in letzterer lag, sodann auf die schmale Seite gestellt und wieder so lange gerichtet, bis sie vollkommen in der Ebene der Richtbank lag, darauf nochmals gewendet und so lange corrigirt, bis sie endlich gerade war. Nun blieb sie liegen, bis sie sich beim Wegheben durch ihr eigenes Gewicht nicht mehr bog, und wurde sodann immer weiter zurückgeschoben, bis sie vollkommen kalt war. —

*) Der oben angegebene Abbrand von 7% ist ein mehrmonatlicher Durchschnitt. Dieser Abbrand war beim Anheitzen und gegen das Ende der Woche, wo der Heerd sich verschlechterte und, wie es schien, die bebende Kraft des Arbeiters zu erschlaffen begann, stets etwas stärker, hingegen nach Verlauf einiger Ladungen nach dem Anfeuern des Ofens stets etwas geringer.

b. Unter der Presse (im kalten Zustande.)

Während nun die Schiene erkaltete, geschah es meistens, daß sich dieselbe etwas aus ihrer geraden Richtung verzog. Um dies abermals zu verbesseren, kam jede Schiene nochmals unter eine Presse. Die Schiene ward da auf zwei Rollen gelegt und über die erstere hinvisirt; zeigte sich eine Biegung, so wurde diese Stelle unter die Schraube gebracht, diese letztere darauf niedergeführt und so lange gedrückt, bis sich keine Biegung mehr zeigte. Geschah der Druck auf die breite Seite der Schiene, so bediente man sich blos des Hutes, der am Kopfe der Schraube befestigt ist; — geschah er aber auf die schmale Seite, so bediente man sich, um die Kraft der Schraube zu vermehren, des Hebels, welcher, sobald man ihn nicht mehr brauchte, durch ein Gegengewicht in die Höhe gehoben wurde, um den Arbeiter nicht mehr zu hindern. Damit aber der Fuß der Schraube keine Beule auf die Breite der Schienen drückte, so legte man ein eisernes Stöckel zwischen die Schiene und den Fuß der Schraube; in welches das Schienenprofil in der Art, wie auf der Richtbank gearbeitet war. Der Fuß der Schraube aber war so beschaffen, daß er, ohne Zwischenmittel, für den Druck auf die schmale Seite der Schiene die passende Form hatte.

Der Raum für die Richtbank und die Auseinanderlage der Schienen betrug circa 200 Quadratfuß. Die Kosten einer Richtbank betragen loco Seraing 230 Frcs. Für die Presse und dabei beschäftigten Arbeiter darf ein Raum von 70 □ Fuß und für die Presse selbst ein Kostenbetrag von 350 Frcs. in Anschlag gebracht werden.

6. Vom Auslappen der Schienen.

Wenn die für die bayrischen Eisenbahnschienen vorgeschriebene Auslappung den wirklich nicht zu verkennenden Vortheil der guten Verbindung der Schienen haben sollte, so war es unumgänglich nothwendig, daß jedes Schienenende

a. genau in der Mitte der Dicke der Schiene,

b. genau senkrecht und

c. ohne die geringste Verletzung der Umrisse des Profils durchschnitten wurde.

Wenn eine mathematische Genauigkeit in der Praxis schon immer ein frommer Wunsch bleibt, so ist doch nicht zu läugnen, daß die Cockerill'sche Hütte bei dieser Arbeit diesem Ziele möglichst nahe gekommen ist. Es ist nicht uninteressant, hier den Verlauf der verschiedenen Versuche anzuführen, welche endlich zum Ziele geführt haben. Dieses aber war höchste Genauigkeit und Wohlfeilheit. Da sich die Operation zu Tausenden und immer auf gleiche Weise wiederholen sollte, so war der Gedanke stets auf die Herstellung einer Maschine gerichtet. Die erste nun bestand in einem aus Stahl gemachten und an seiner

Peripherie mit Zähnen versehenen Rade, einer sogenannten Fräse, welches mit einer ungeheuren Geschwindigkeit um seine Achse sich bewegend, die Lappen aus dem glühenden Schienenende gleichsam auskratzen sollte. Der Stahl nützte sich aber hierbei so rasch ab, daß, nachdem einige, keineswegs befriedigende Auslappungen gemacht worden waren, man es für besser fand, ein solches Rad aus Gußeisen zu machen. Allein die Resultate dieses waren nicht glänzender. Es bedurfte im günstigsten Falle noch einer bedeutenden Adjustirung und die Zähne des Rades füllten sich, fast nach jeder Auslappung, in der Art mit Eisenspänen an, daß man zur Reinigung derselben wieder längere Zeit, als zur eigentlichen Arbeit brauchte. Inzwischen hatte man in der Maschinenschmiede die Lappen mit Meißel und Hammer ausgearbeitet, aber auf jede Lappe nicht nur drei Hitzen gemacht, sondern sie auch demungeachtet noch nicht so geliefert, daß man sich einer weitern, zeitraubenden Adjustirung hatte überheben können. Alle diese Verfahrungsarten hatten, aller Aufmerksamkeit und Umsicht ohnerachtet, zu einem erwünschten Resultate nicht geführt. Mit hoffnungsvollem Blicke sah man auf eine Presse, welche der so tüchtige Maschinen-Schmiedemeister Piquet entworfen, und mittelst welcher derselbe mit einem Drucke die Lappe aus dem rothwarmen Schienenende drückte. Den Vortheil der Schnelligkeit und Einfachheit hatte diese Vorrichtung vor allen bisherigen bei weitem voraus; aber ihr blieb noch ein Hauptfehler, daß sie beim Wegdrücken der Lappe den noch bleibenden Theil der Schiene auf eine jämmerliche Weise verzerrte, und also bedeutende Nacharbeiten zurück ließ. — Endlich ist es dem unermüdeten Nachdenken des Mechanikers Reuter gelungen, fast zu gleicher Zeit mit der soeben erwähnten Presse seine Winkelsägen aufzustellen, und so gleichsam die Aufgabe völlig zu lösen.

Von diesen 2 Sägen nun machte die kleinere zuerst den Schnitt, welcher rechtwinklich auf die Länge der Schiene geführt wird, und sodann die größere jenen, welcher mit der Länge der Schiene parallel läuft, die Lappe von der Schiene trennt, und zugleich die Aufgabe hat, dieselbe auf die richtige Länge abzuschneiden.

Der Bau der Sägen und ihrer Ständer ist im Allgemeinen jener, wie er weiter oben unter 4 beschrieben ist. Die Säge a, welche den Schnitt rechtwinklich auf die Länge der Schiene führt, ist durchaus wie eine der Endsägen, liegt unter der Säge β, greift also die Schiene, welche von unten nach oben sich bewegt, zuerst an, und macht ohngefähr 1100 Umdrehungen pro Minute. Die Säge β, welche den Schnitt nach der Länge der Schiene führt, macht circa 1000 Umdrehungen pro Minute, und hat außer den 6 Sägeblättern der Säge a noch 6 mal 6 bis 8 solcher Sägeblätter, welche concentrisch auf die Plattform geschraubt sind, und also gleichsam einen Sägering bilden, welcher so dick, wie die Breite einer Schienenlappe sein muß, da er nämlich dazu

dient, von der Lappe der Schiene über Hirn so viel wegzunehmen, daß diese die richtige Länge erhält. Diese 6 mal 6 bis 8 Sägeblätter (ihre Zahl hängt nämlich von der Dicke der Bleche ab) sind solchermaßen eines auf das andere gelegt, daß eine gerade Linie, über die hintereinander liegenden Spitzen ihrer Zähne hingezogen, mit der Seigerebene der Plattform einen Winkel von circa 50° machen würde, so daß also, wenn man sich die Säge sehr langsam drehend vorstellt, immer nur 2 Zähne (einer vom vordersten, der andere vom hintersten Sägeblatt) zu gleicher Zeit im Angriffe sind, was nicht nur zur Schonung der Säge, sondern auch zur Geschwindigkeit ungemein viel beiträgt. Die Verfertigung der Sägeblätter, die Form der Zähne, die Art ihrer Befestigung rc. ist schon oben beschrieben worden; auch die Bewegung dieser Sägen geschieht mittelst Riemen und Riemscheiben, und geht ebenfalls von der oben beschriebenen die Endsägen und das Walzwerk betreibenden Dampfmaschine aus, und nimmt ohngefähr 2 bis 3 Pferdekräfte in Anspruch. —

Die Schiene selbst, an einem Ende rothglühend gemacht, wird auf zwei Unterlagen vollkommen söhlich gelegt, und mit denselben mittelst Hebelvorrichtungen, stets in ihrer söhligen Lage bleibend, ganz senkrecht von unten nach oben bewegt. — Diese Unterlagen sind nämlich an Ständern auf- und abwärts bewegliche Schlitten, von denen die zunächst an der Säge befindliche, noch mit einer Zwangschraube gerüstet ist, um mit derselben die Schiene so fest an die Unterlage zu drücken, daß die Wirkung der Sägen keine Bewegung der Schiene verursachen kann.

Der Schnitt geschieht zuerst durch die eine und dann erst durch die andere Säge, was auch nothwendig ist, weil die Achsenlinien der Sägen in einer söhligen Ebene liegen, und also zu gleicher Zeit ihren Schnitt vollenden, und weil sie sich bei der immerhin stattfindenden Vibration einander berühren und also beschädigen würden. Deshalb liegt die erste Säge um 5 Zoll tiefer, und hat, weil sie ihren Schnitt eher als die zweite vollenden muß, auch eine etwas größere Geschwindigkeit, als diese.

Jedes auszulappende Ende wurde zuerst in einem Glühofen rosa rothwarm gemacht. Dieser Glühofen hat die Gestalt eines Schweißofens, dessen Dimensionen aber etwas anders sind, nämlich Rost $2^1/_2$ Fuß lang und 2′ breit

Heerd: 11′ lang und 2′ breit. Kamin 36′ hoch.

Der Kohlenverbrauch war 500 Kilos für 300 Schienen. — Der Ofen hatte auf der, der Auslappsäge zugekehrten Seite 12, dem Profile der Schiene entsprechende Oeffnungen, durch welche das Schienenende gesteckt wurde, und der ringsherum noch bleibende Raum ist mit Kohlengestübbe, zugeworfen worden. Von diesen Oeffnungen wurden aber stets nur so viele benutzt, als der Drang der Arbeit erheischte. — Damit die Schiene leicht in den Ofen gesteckt und wieder herausgenommen werden konnte, so lag sie auf zwei Rollen, die

an zwei hintereinander liegende, mit der Länge des Ofens unter sich parallel laufende Eisenstangen gesteckt waren.

Der Arbeiter, welcher die Schienenenden glühte, hatte darauf zu sehen, daß die Schiene weder zu lange, noch zu kurze Zeit im Ofen blieb; denn im ersten Falle brannte sich zu viel Sand an, der eine rauhe Kruste über das geglühte Stück bildete, — was auch geschah, wenn ein Ende zweimal geglüht wurde, — im zweiten Falle wäre Gefahr für die Säge vorhanden. Ein richtig geglühtes Schienenende mußte in 3 bis 4 Secunden angelappt sein. —

Das Glühen der Schienenenden behufs der Auslappung ist unumgänglich nothwendig, und man hat es nur einmal versucht, die kalte Schiene mit der Säge anzugreifen. Man könnte hier einwenden, warum man die Hitze, welche der Schiene nach dem Absägen an beiden Enden noch geblieben ist, nicht sofort noch auch zur Auslappung benutzte? Diese Hitze wäre selten mehr so groß, um die Auslappung noch zu wagen, und die Manipulation mit der durchaus glühenden Schiene viel zu gefährlich gewesen. Dazu kommt aber noch der Hauptumstand, daß man sodann nie die richtige Länge und die nothwendige gerade Richtung der Schiene in diesem Zustande hätte bekommen können, — Umstände, die ein nochmaliges Hitzen der Schienenenden durchaus räthlich machten. —

Sobald die Lappe ausgesägt war, wurde die Schiene auf den Amboß gebracht, welcher eine dem flachen Schienenprofile entsprechende Gestalt hatte, und mit dem Glätthammer die Lappe geglättet und gestaucht, und der ringsum dem Profile anhängende Bart weggefeilt. Wichtig war dabei, daß die Schiene vollkommen söhlig im Gesenke lag, und zu diesem Ende sind hinter jedem Amboß Ständer mit Frictionsrollen aufgestellt worden: — auf diesen und auf dem Gesenke mußte die Schiene vollkommen söhlig liegen; denn war dies nicht der Fall, so wurde die noch warme Lappe gebogen. Dies geschah auch dann, wenn die Lappe über das Gesenk hervorragte. Der auf die Schiene deshalb gelegte Deckel zeigte dem Arbeiter sofort:

1. ob das Gesenk im Amboß,
2. die Schiene selbst, und
3. das Gesenk im Deckel vollkommen schlossen oder nicht.

Die Lappe wurde sodann mit einem Winkel und mit einer Schablone auf ihre Länge und Dicke rc. untersucht. —

Der Raum, welchen die Auslappsäge mit ihren Glühöfen, sodann die 4 Ambösse sammt den dabei beschäftigten Arbeitern einnahmen, betrug ohngefähr 1000 Quadratfuß. —

Die Kosten der Auslappsäge sammt Fundation und Aufstellung wurden

auf	5779 Frcs.
die des Glühofens auf	3000 „
jene der Ambösse auf	609 „

in Summa auf 9379 Frcs. anzugeben.

Vollendung der Schiene, und zwar:

a. Durch Adjusteurs.

Obwohl die Auslappmaschine ihre möglichste Vollendung erreicht, um die unmittelbar nach der Auslappung geschehene Bearbeitung der Schienenlappe — durch die Schmiede — ihr Möglichstes geleistet hat, so ist damit doch nicht die vorgeschriebene Genauigkeit erreicht worden, welche die Lappe nothwendig haben mußte, um ihrem Zwecke zu entsprechen. Denn aus dem Vorhergehenden hat man gesehen, daß alles Fleißes ohnerachtet sich unvermeidliche Mängel einschleichen, welche alle noch eine weitere Bearbeitung der Lappen erforderten. Es ist nicht zu leugnen, daß es sehr wünschenswerth gewesen wäre, wenn die Lappe nicht mehr hätte gefeilt werden dürfen, und ihr also die harte Haut geblieben wäre, welche sie aus der Hand der Schmiede kommend, an sich trug. Doch dies blieb und bleibt ein frommer Wunsch. Jede Lappe mußte in jede andere passen und ihr Profil scharf decken; — so war es vorgeschrieben, und aller Einwürfe fremder Eisenbahnverständiger ohnerachtet wurde darauf verharret. —

Anfangs nun wurde diese Adjustirung (resp. Vollendung der Schiene) mit der Feile vorgenommen, und es waren dabei oft gegen 40 Mann beschäftigt, die aber in 12 Arbeitsstunden doch nicht mehr als 200 Stück fertig brachten. Jeder hatte seine Feile, seinen Meißel, Hammer, Winkel, sein Profilstück, und das Längenmaaß wurde zeitweise controlirt. So bedeutende Fertigkeit sich einige der Adjusteurs erworben hatten, so schwierig war es doch immer, sie alle zu controliren, und andererseits konnten sie nie dem Walzwerk mit 4 Schweißöfen und der Auslappmaschine folgen, wenn man nicht eine überlästige Zahl derselben anstellen wollte. Die Bewilligung von 3 Millimeter Längenvariation gab zwar der Sache wieder bedeutenden Vorschub, demungeachtet aber konnte es an fortwährenden Correctionen nicht fehlen, und das Zurichten einer Schiene auf die gehörige Länge mittelst Meißeln war noch immer sehr zeitraubend. Aus diesem Grunde versuchte man schon im Januar 1843 zwanzig Schienen auf einmal auf eine Drehbank zu spannen und sie so auf die genaue Länge abzudrehen. Das Aufladen auf die Drehbank und das Wegnehmen von derselben war aber so umständlich, daß dabei kein Vortheil sich ergab, und bald darauf wurden diese Versuche wieder aufgegeben. —

Das Befeilen rings am Profile, ein Mangel, der, wie man gesehen, vom Walzen herrührte, hielt zwar wenig auf, desto mehr aber eine zu dicke oder nicht vollkommen ausgesägte Lappe, was, wie erwähnt worden, noch immer ein Mangel der Auslappsäge blieb. Die Kosten der Auslappung für eine Schiene berechneten sich, nachdem man es schon zur möglichsten Vollkommenheit gebracht hatte:

für die Auslapper, Schmiede und Kohlen	0,33 Frcs.
für die Adjusteurs	0,30 "
Unterhaltung der Maschine und Gezäh für alle vorigen	0,15 "
für die zum Hin- und Herbringen beschäftigten Tagelöhner	0,05 "
Summa	0,83 Frcs.

Die Kosten standen am Anfange auf 0,95 Frcs. pro. Stück. Und bei alledem bleiben die Klagen der Adjusteurs gegen die Schmiede und Auslapper nie aus.

b. Durch Hobelbänke.

Bei dieser Sachlage dachte Hr. Hailer ernstlich daran, die Adjustirung der Schienen von dem Fleiße und der Geschwindigkeit einer Menge Adjusteurs so unabhängig als möglich zu machen. Dazu sah er nichts Besseres als eine Hobelmaschine, denn das Zurichten der Schiene auf die gehörige Länge und das Zufeilen und Meißeln der Lappe auf die gehörige Dicke verzögerte die Adjustirung an meisten — und diesem konnte nur durch diese Maschine abgeholfen werden. Da man anfangs die Kosten der Aufstellung einer großen Hobelbank scheute, so versuchte man es zuerst mit einer kleineren, worauf 2 Schienenlappen auf einmal durch 2 Mann bearbeitet werden konnten. Indeß brachte man es dabei nie weiter, als auf 20 Schienen pro Tag, wodurch zwar nichts gewonnen wurde, da auch die Hobelbank noch eine Bearbeitung durch die Feile zurückließ, man sich jedoch überzeugte, daß es möglich sei, die Schienen genau abzuhobeln. Später wurde eine große Hobelmaschine, deren einige im Etablissement vorräthig waren, aufgestellt und 50 Schienen auf einmal auf dieselbe gelegt und sowohl auf die richtige Länge als auf die gehörige Dicke der Lappe gehobelt.

Bald verspürte man den Nutzen dieser Vorrichtung, da man so weit kam, daß in 24 Stunden durch 2 Mann 100 Schienen an beiden Lappen so bearbeitet wurden, daß für die Feile nur sehr wenig übrig blieb. Im Monat Juni 1843 arbeiteten 2 und im August 1843 endlich 3 solcher Maschinen, welche in 24 Stunden 300 Schienen so sehr herstellten, daß für ihre Vollendung nunmehr 6 bis 7 Adjusteurs nothwendig waren und die Kosten der Auslappung für Eine Schiene nun blos noch 0,43 Frcs. anstatt 0,84 Frcs. betrugen — ein Umstand, der dem Cockerill'schen Werke für die zweite Schienenlieferung einen Gewinn von circa 40000 Frcs. einbrachte. —

Eine solche Planir- oder Hobelmaschine besteht:

1. Aus 3 gußeisernen Ständern, auf welchen die Bank ruht und welche selbst auf einem Fundamente stehen.

2. Aus der Bank, welche so lang ist, als 50 nebeneinander liegende Schienen und die beinahe doppelte Länge des Schlittens.

3. Aus dem auf dieser Bank hin- und hergenden Schlitten mit seinem Support, Meißel und den 2 Kettenscheiben.

4. Aus den 3 Riemscheiben, von denen die mittlere und eine von den beiden andern mit ihrem Getriebe toll läuft.

5. Aus zwei Getrieben, einem großen Zahnrade, das mit einer der zwei Kettenscheiben auf derselben Achse steckt, also mit dieser und der am andern Ende der Bank befindlichen zweiten auch dieselbe Bewegung macht; — und zwei mittleren.

6. Aus der Steuerung, oder der Vorrichtung zur Hervorbringung der vor- und rückwärtsgängigen Bewegung des Schlittens.

Die Steuerung geschieht durch einen Haken am Schlitten, welcher die Steuerstange und diese den Schieber und sodann die Gabel bewegt, welche letztere den Riemen, der beständig dieselbe Richtung der Bewegung hat, bald auf die eine, bald auf die andere der 2 activen Riemscheiben bringt.

Geht der Schlitten in seiner Richtung, so greift der Meißel an und seine Geschwindigkeit muß, da ein Getriebe in das große Zahnrad unmittelbar eingreift, mehr als um das Doppelte geringer sein, als wie wenn der Schlitten zurückgeht, indem sodann ein ähnliches Getriebe durch die zwei mittleren Zahnräder seine Bewegung erst dem großen Zahnrad mittheilt.

Die eine Riemscheibe ist mit dem Getriebe auf einer und derselben Achse befestigt, und von dieser Riemscheibe aus wird die rückgängige Bewegung des Schlittens hervorgebracht. Eine zweite Riemscheibe aber ist mit ihrem, an sie befestigten Getriebe zwar auch, aber leer oder toll, auf dieselbe Achse gesteckt und bewirkt die vorwärts gehende Bewegung des Schlittens. — Der Support, auf den Schlitten geschraubt, ist so eingerichtet, daß dem Meißel jede beliebige Richtung gegeben und somit nicht blos die Lappe, sondern das ganze Profil abgehobelt werden kann.

Die 50 Schienen liegen auf den Trägern, die durch mehrere Verbindungsstangen stets in derselben Lage gehalten werden. — Um die Schienen auf der zu hobelnden Seite fest nieder zu halten und also jeder Verrückung vorzubeugen, werden dieselben, je 10 zwischen zwei Schrauben gelegt und mit Querstangen niedergeschraubt, und um ja sicher zu gehen, zwischen den Querstangen und jeder Vertiefung der Schiene ein Keil geschlagen. Es versteht sich von selbst, daß alle Schienen vollkommen söhlig und die Träger mit der Längenrichtung der Bank vollkommen parallel liegen müssen. Bei der Auslappmaschine sind die Fälle angegeben worden, welche, je nach der Beschaffenheit der Sägen, in Bezug auf die Länge der Schienen und auf die Dicke der Lappe statthaben können. Es folgt aus dem Gesagten, daß die Auslappmaschine keine zu kurze Schiene und keine zu dünne Lappe lieferte wenn die Sägen vor dem Beginn der Arbeit richtig gestellt worden sind. — Kam nun die Schiene auf die Hobelbank, so wurde sie so gelegt, daß der flache Theil der Lappe auf einem auf dem hintern Träger befestigten Richteisen auflag, und

die Schiene an dasselbe angestoßen wurde. Nun begann man mit dem Schroppmeißel und machte dann denselben Gang mit dem Schlichtmeißel. Bis jetzt hat sich der Arbeiter um die Länge der Schiene noch nicht bekümmert. Beim Hobeln hat er mit einer Schablone stets untersucht, ob er die gehörige Dicke habe, und daß er nicht zu viel nehme und dadurch die Lappe zu lang würde.

Nun werden die Schienen mit dem Doppelhaken angegriffen, durch einen Hebel emporgehoben und in dieser hängenden Lage gedreht. Die schon fertig gehobelte Seite wurde nun so, wie anfänglich die nicht gehobelte, an das Richteisen angelegt und dann die Schienen, wie schon beschrieben, auf der Bank befestigt. Nun untersucht der Arbeiter genau, wie viel er wegzunehmen habe, um die richtige Länge der Schiene zu erhalten, und er hatte zu diesem Ende eine Lehre, welche genau zwischen die eine Seite der Schiene und den Rand der Hobelbank passen mußte, im Fall die Schiene die richtige Länge hatte; und nun verfährt er wieder, wie schon gesagt worden ist.

Die Maschine, welche diese Hobelbänke bewegt, ist eine kleine Hochdruckmaschine, deren Dampfcylinder 0,158 Meter Durchmesser hat. Die Bewegung des Dampfkolbens wird unmittelbar einer Kurbel von 0,279 Meter Länge mitgetheilt, welche an der Schwungradachse gesteckt, und in der geraden Verlängerung dieser sind die 3 Riemscheiben für die Hobelbänke und 2 für 2 Schleifsteine auf dieser Achse befestigt. Nehmen wir an, es waren 600 Schienenlappen zu hobeln, so machte die Maschine bei einem Dampfdrucke von $3^1/_8$ Atmosphären 54 Umgänge pro Minute. Daraus berechnet sich ein Effect von 4,5 Pferdekraft. Die Maschine verzehrte in 12 Stunden 420 Kilos Kohlenklein, mithin für 1 Pferdekraft in 1 Stunde 7,7 Kilos. Da dieselbe zwar gut unterhalten, aber so gut construirt ist, wie jene für das Schienenwalzwerk, so kann für den Nutzeffect derselben höchstens 2,25 Pferdekraft in Anschlag gebracht werden, welchen Kraftaufwand also die Hobelbänke nöthig haben.

Der Kessel für diese Maschine ist cylindrisch und hat 3,0207 Kubikmeter Inhalt, wovon $^2/_3$ oder 2,013 Kubikmeter mit Wasser gefüllt sind. Die Oberfläche desselben ist 11,352□ Meter, und da $^1/_3$ derselben außer dem Spielraum der Flamme liegt, so trifft für 1 Pferdekraft 1,6□ Meter Heizoberfläche.

Die Unterhaltungskosten dieser Maschine belaufen sich nach längerer Beobachtung mit Einrechnung des Kohlenbedarfs, des Heizers, der zugleich Maschinist ist, und der nöthigen Materialien: Schmiere &c. auf 7 Frcs. pro Tag oder auf 1,5 Frcs. für 1 Pferdekraft. Die Anlagekosten für diese Maschine sind geschätzt auf 3500 Frcs., jene einer Planirmaschine auf 4000 Frcs. Der Raum für den Schoppen, unter dem die 3 Planir- nebst der Dampfmaschine stehen, dann der Anbau für den Kessel, beträgt 4300 Quadratfuß.

8. Untersuchung und Prüfung der Eisenbahnschienen.

Das Verfahren hierbei war Folgendes: Die Schienen wurden auf hölzerne mit Schienchen beschlagene Stühle nebeneinander gelegt, dann betrachtet, ob sie gerade sind, keine Schweißfehler haben &c. Nun wurde an jedem Ende das Profilstück angelegt, sodann jede gemessen, und nochmals in Bezug ihrer geraden Richtung betrachtet. Endlich wurde sie nochmals durchgesehen, und mit K. B. E. und der laufenden Nummer des Haufens markirt. Bei Schienen, welche von 1—2 Millimeter zu kurz waren, ist K B E und bei jenen, welche um 3 Millimeter zu kurz waren, K̄ B E, sodann bei jenen, welche nun 1—2 Millimeter zu lang waren K B E, und bei jenen, welche um 3 Millimeter zu lang waren, K B E aufgeschlagen worden. Die verschiedenartigen Fehler, welche bei dieser Untersuchung gefunden worden sind, waren:

a. Unreine Oberfläche; — ungenügende Schweißhitze. —

b. Gebogene Schienen, Fehler beim Dressiren im warmen oder kalten Zustande.

c. Fehler im Profile, und zwar unebene Lappen; — Fehler der Auslappsäge und Unachtsamkeit der Adjusteurs; — dann verbogene Lappen durch Unachtsamkeit bei der Behandlung der Schiene unter dem Amboß, unmittelbar nach dem Auslappen; — zu dünne oder zu dicke Lappen — theils Folge der genauen Stellung der Auslappsäge, theils Unachtsamkeit der Adjusteurs; — zu kurze oder zu lange Lappen; — durch Abnutzung des Sägeringes; unrichtige Lage der Schienen beim Auslappen; Nachlässigkeit der Adjusteurs.

d. Zu kurze oder zu lange Schienen über die Variation von 3 Millimeter. —

Waren diese Mängel unverbesserlich, so hatten sie entweder die gänzliche Verwerfung der Schiene, oder das Abhauen derselben bis auf 14½ Fuß zur Folge, und auf letztere Weise sind die allermeisten kurzen Schienen entstanden.

Was nun die Prüfung der Schienen betrifft, so ist vorgeschrieben, daß die Schiene, ohne zu brechen oder auch nur Risse zu bekommen, um ⅓ Fuß bei 3 Fuß Distanz der Unterlagen sich einbiegen müsse, geschehe diese Biegung nun durch Schlagen oder Druck. Deshalb ist die Probe freigestellt worden: Belastung durch Hebel, — hydraulische Pressen, Anschlagen mit dem Hammer, Herabfallen eines Rammklotzes (bei den belgischen 200 Proben Kilos wiegend, von von einer Höhe von 4 Meter), — man wollte nur die Brüchigkeit des Eisens untersuchen; welche Kraft zur obigen Biegung nöthig sei, darauf wurde kein Gewicht gelegt.

Die Cockerill'sche Hütte war mit einem solchen Fallklotz versehen, die ersten Proben wurden mit demselben gemacht, die Schienen widerstanden und das Verfahren wurde stillschweigend angenommen. Indeß hat Hrn. Hailer

die Erfahrung gelehrt, daß dasselbe unzweckmäßig sei. — Für's erste wird eine Schiene nie einem Stoße, wie der des Fallklotzes, ausgesetzt. Die Bewegung der Locomotive auf der Eisenbahn ist eine wellenförmige — ein Aufsteigen und Niedergleiten, welches um so sichtbarer wird, je mehr die Schienen sich einbiegen. Der Druck, welchen also eine Schiene auf diese Weise zu erleiden hat, hängt ab von der Größe ihrer Einbiegung und dem Gewichte welches auf einem Rade ruht.

Welchen Einfluß dabei die erlangte Geschwindigkeit der Locomotive und die Reibung des Treibrades auf der Schiene haben, kann hier nicht näher untersucht werden. — Jeder Theil der Schiene aber, der zwischen 2 Schienenstühlen liegt, ist von jedem andern solchen getrennt. Anders aber verhält sich die Sache bei der Probe unter dem Fallklotz. Die Schiene liegt da frei auf den 2 Unterlagen und ragt auf jeder Seite gleich weit hinaus, wenn der Schlag auf die Mitte ihrer Länge geführt wird. Aus den gesammelten Erfahrungen ging hervor, daß eine Schiene von $14^1/_2$ bis $17^1/_2$ Fuß bei einem Schlage des Fallklotzes von 2000 Kilos, von 4 Meter Höhe und bis 3 Fuß Distanz der Unterlage (die Schiene auf die schmale Seite oder die hohe Kante gelegt) ohngefähr $^3/_8$ Zoll und, auf die breite Seite gelegt, ohngefähr $2^1/_8$ Zoll sich einbog. War aber die Schine nur 7—8 Fuß lang, so war die Einbiegung auf die hohe Kante $^6/_8$ Zoll und flach 3 bis $3^2/_8$ Zoll.

Dies erklärte sich dadurch, daß die Schiene bei einer Länge von $14^1/_2$ bis $17^1/_2$ Fuß mit den über die Unterlagen hinausragenden Stücken auf die durch den Fallklotz gemachte Einbiegung in der Art zurückwirkte, daß sie die Schienen in der entgegengesetzten Richtung zu biegen suchten — ein Umstand, der im Bedingungsfalle gar nicht verlangt wurde. Es hat sich auch gezeigt, daß eine und dieselbe Schiene bei $17^1/_2$ Fuß brach, während die Hälfte derselben die vorschriftmäßige Einbiegung durch den Fallklotz gut aushielt. — Ganz anders verhielt sich die Sache bei den Proben, die unter der erwähnten Presse vorgenommen wurden. Die Schiene mochte lang oder kurz sein, immer fand man, daß bei einer Biegung, von 1 bis 5 Zoll, auf der hohen Kante, die Schiene stets um $^1/_4$ Zoll wieder zurücksprang, mithin die Elasticität bei dieser Biegung noch nicht überschritten war.

Für's zweite ist es ein sehr zu berücksichtigender Umstand, daß die Oberflächen der Schienen sehr hart seien, um sich so wenig als möglich abzunutzen. Das feinkörnige Gefüge von mattem Grau aus Rohschienen selbst von mittlerer Qualität wäre wohl das Beßte gewesen. Allein die damit gemachten Proben haben gezeigt, daß solche Schienen oft garstige Risse an den Köpfen hatten und selten die Proben unter dem Fallklotz aushielten, obwohl sie jener unter der Presse vollkommen wiederstanden. Es mußte daher immer dahin getrachtet

werden, die Köpfe der Schienen rein und sie selbst zäh genug für die Proben herzustellen, und man mußte gleichwohl das eine dem andern aufopfern.

Endlich ist die Probe unter dem Fallklotz immer eine sehr rohe und oft unzuverlässige. Denn sobald derselbe nicht gerade auf die Achsenlinie der Schiene fällt, was sehr leicht geschehen konnte, so bog er dieselbe windschief und nun sind die folgenden Schläge kein verlässiges Resultat mehr gewesen. Es wurden, hauptsächlich zur allgemeinen Prüfung des Eisens der Hütte zu Seraing, sehr viele Schienen theils unter der Presse, theils durch Belastung probirt, und im letztern Falle gefunden, daß, um eine Schiene auf der hohen Kante und bei 1 Meter Distanz der Unterlagen um 1 Millimeter zu biegen, 1990 Kilos, und um sie 2 Millimeter zu biegen, 2890 Kilos angehängt werden mußten, wobei im letztern Falle die Schiene ohngefähr 1/2 Millimeter gebogen blieb. — Läßt man Schienen, auf die breite Seite gelegt, so zusammenbiegen, daß sich ihre beiden Enden berühren, und kreuzen, so gelingt es niemals, sie so zu brechen.

Es ist schon oft behauptet worden, daß der untere Wulst der Schiene gar keine oder nur sehr geringe Verstärkung derselben verschafft, indem man sich vorstellte, als ob das die Schiene bildende Eisen schichtenweise in derselben läge und also nur der Schaft der Schiene den Druck auszuhalten habe. Dem ist aber nicht also. Denn, haut man eine Schiene auf verschiedenen Punkten ab, und beobachtet genau die Profile, so wird man sie nur äußerst selten ganz gleich gebildet finden. Dem beim Walzen winden sich die Fasern der einzelnen Stäbe so über- und untereinander, daß das Gefüge mehr dem eines Seiles gleicht. Daraus geht hervor, daß die Fasern, welche den Wulst bilden, sich auch in den Schaft erstrecken können, und im Falle man jenen abhaut, die Festigkeit der Schiene gebrochen würde — ein Umstand, der durch mehrere Versuche als richtig befunden worden ist. Man ließ den Wulst beinahe bis auf den Schaft durchhauen und die Schiene brach stets schon bei dem zweiten Schlag.

Was die Stärke der Lappe betrifft, so hat man dieselbe öfters so zu brechen gesucht, daß man die Lappe auf die Unterlage legte und neben derselben mehrere Schläge mit dem Fallklotze geben ließ. Die Schiene bog sich, nie aber riß sich die Lappe von jener los, was für die gute Schweißung derselben zeugte. — Die Berechnungen über die Tragbarkeit der Schienen haben mit der Erfahrungsresultaten nicht gestimmt, da die Zurüstungen zu den Versuchen auch zu roh waren; indeß hat man zu Seraing die Ueberzeugung gewonnen, daß das dortige Schienen-Eisen vor jenem von mehreren Hütten Südenglands bei weitem den Vorzug verdienen.

Daß das Eisen der bayrischen Schienen von der Cockerill'schen Hütte außerordentlich zäh sei, und daher alle mögliche Sicherheit gewähren, ist außer

allem Zweifel. Aber mit Recht läßt sich demselben vorwerfen, daß es den für Bahnschienen wünschenswerthen Grad der Härte nicht hat. Doch ist es eine für den Eisenhüttenbetrieb sehr schwer lösbare Aufgabe, Härte und Zähigkeit mit einander zu verbinden. Dieser Umstand hat die Anfertigung von Probeschienen zur Folge gehabt, von denen aber hier nicht weiter die Rede sein kann. — Was endlich die Prüfung des Gewichts betraf, so wurden von je **1600** Stücken **100** Stück gewogen, und niemals ist dabei die bewilligte Variation überschritten worden. Während der **3** Jahre wurden geliefert:

166823 Stück à $17^1/_2$ Fuß lang, à **125268** Kilos im Durchschnitt und
6815 Stück à $14^1/_2$ Fuß lang, à **103671** Kilos im Durchschnitt. —

Auf dieselbe Weise, wie die Schienen, wird auch Spurkranzeisen für Eisenbahnwagenräder, Winkeleisen zur Anfertigung von Dampfkesseln ꝛc. ausgewalzt.

Zum ersten Kapitel des 8. Abschnittes.

Von dem chemischen Proceß und den mechanischen Arbeiten bei der Darstellung des Heerdfrischens.*)

Schon im §. **497** ꝛc. wurde erklärt, daß die Aufgabe des Frischprocesses in der Abscheidung jener fremden Bestandtheile des Roheisens besteht, durch welche es seine von der Beschaffenheit des Stahles und des Stabeisens abweichenden Eigenschaften erhält. Je nach Menge und Art verursachen diese fremden Bestandtheile des Roheisens mehr oder weniger Schwierigkeiten bei ihrer Abscheidung, und darnach muß einerseits der Gang des Frischprocesses absichtlich verschieden modificirt werden, und anderseits erleidet der Frischproceß im Verlaufe der Arbeit ohne des Arbeiters Zuthun und durch Versehen desselben solche Aenderungen, die nicht zum gewünschten Ziele führen würden, also fehlerhaft und deshalb zu beheben sind; überdieß muß der Gang der Frischarbeit verschieden geführt werden, je nachdem weiches oder hartes Stabeisen oder Stahl erzeugt werden soll.

Man unterscheidet wesentlich zwei verschiedene gleichsam Gegensätze bildende Modificationen des Ganges der Arbeit im Frischheerde, nämlich den gaaren und den rohen Gang. Gaargang nennt man jenen Verlauf des Frischprocesses, bei dem das eingeschmolzene Roheisen sehr schnell verkocht, sich bald zu einer zusammenhängenden Eisenmasse vereinigt, und dabei sich eine eisenreiche gaare Frischschlacke eingestellt hat. Rohgang dagegen nennt man jenes Fortschreiten der Frischarbeit, wenn die eingeschmolzene Masse nicht gaaren, nicht verkochen, nicht frischen, das ist nicht zu einer zusammenhängenden geschmeidigen Eisenmasse sich vereinigen will, und dabei stellt sich eine weniger eisenreiche,

*) Nach Prof. Tunner.

sogenannte rohe Frischschlacke ein. Ob sich Gaargang oder Rohgang einstellt, wird hauptsächlich durch den Kohlengehalt der niedergeschmolzenen Eisentheile bestimmt; je weniger dieser beträgt, desto gaarer ist der Gang, und umgekehrt, je mehr davon noch vorhanden ist, desto roher ist der Gang.

Da nun die Abscheidung der Kohle Aufgabe des Frischprocesses ist, so erscheint zunächst der Gaargang als der gewünschte. Allein außer der Kohle sind noch mehrere andere fremde Bestandtheile des Roheisens abzuscheiden; je mehr also von diesen vorhanden und je schwieriger deren Abscheidung ist, desto mehr muß ein zu gaarer Gang vermieden werden. Ueberdieß muß man bei absichtlicher Erzeugung der härtern Stabeisensorten oder des Rohstahles einen gewissen Antheil von Kohle zurückbehalten; und endlich ist ein zu gaarer Gang selbst bei den reinsten Roheisensorten, und bei Erzeugung des weichsten Stabeisens durch den großen Verlust an Eisen, welches dabei in die Schlacke geht, wie durch das hierbei gebildete ungleichartige nicht gehörig vertheilte Schmelzgut jedenfalls nachtheilig. Daß im Gegentheile ein zu roher Gang vermieden werden soll, bedarf nach dem Vorausgeschickten keiner weitern Erklärug. Ebenso ergiebt sich von selbst aus dem allmäligen Abnehmen des Kohlengehaltes durch den Fortgang des Frischprocesses, daß der Gang desselben anfangs ein mehr roher, gegen das Ende aber ein mehr gaarer sein muß.

Wir ersehen schon aus diesen kurzen Erörterungen über Gaargang und Rohgang, daß es bei jeder Frischarbeit darauf ankommen wird, den Vorgang des Processes im Frischheerde für jeden einzelnen Fall entsprechend zu reguliren, stets den passenden Mittelweg zwischen einem zu rohen und einem zu gaaren Gang einzuhalten. Die Mittel zu dieser Regulirung bestehen: a, in der Wah des Roheisens, so ferne nämlich eine Wahl getroffen werden kann, was auf unsern Hammerwerken innerhalb gewisser Grenzen meistens der Fall ist; b, in der der Heerdstellung und Windführung; c, in den Zuschlägen, Zusätzen, welche nebst dem Roheisen eingeschmolzen werden und d, in dem Arbeitsverfahren selbst. Bezüglich der Wahl des Roheisens ist die nöthige Anleitung in den vorausgeschickten Erörterungen über die verschiedenen Arten des Roheisen enthalten und wir werden darüber bei Betrachtung der einzelnen Frischmethoden speciell zu sprechen kommen; ingleichen werden wir bei den einzelnen Frischmethoden kennen lernen, wie durch ein verschiedenes Arbeitsverfahren eine Regulirung bezweckt wird. Hier soll zunächst von dem Einflusse der Heerdzustellung und Windführung und dann von jenem der Zuschläge gehandelt werden. Bevor wir zu diesen Betrachtungen übergehen, müssen wir zur bessern Verständlichkeit noch einige Unterschiede im Gange des Frischprocesses näher bestimmen, welche mit Rohgang und Gaargang nicht verwechselt werden dürfen, wie das öfteres geschehen ist und noch geschieht.

Außer Gaargang und Rohgang kann man noch unterscheiden den hitzigen, den kalten, den trockenen und den schlackigen Gang. Obgleich schon die Benennung unmittelbar anzeigt, was unter diesen vier Modificationen des Feuerganges zu verstehen ist, wollen wir doch auf eine nähere Bestimmung derselben eingehen.

Damit der Frischproceß gehörig vor sich gehen kann, ist eine gewisse Temperatur erforderlich, welche in den verschiedenen Perioden des Processes von verschiedener, im Allgemeinen von um so größerer Höhe sein muß, je weiter das Schmelzgut in der Gaare fortgeschritten ist. Ein zu hitziger Gang, bei dem also die Temperatur im Heerde zu groß ist, versetzt die Masse in einen zu flüssigen Zustand, entzieht sie daruich, falls nicht Gegenmittel angewendet werden, mehr der gaarenden Wirkung des Windes und der Zuschläge, verzögert sodann das Verkochen (Gaaren, Frischen) der Masse im Heerde, und veranlaßt in diesem Falle einen Rohgang. Dieserwegen wird der hitzige Gang von Ungeübten öfters mit Rohgang verwechselt, von dem er aber wesentlich verschieden, und der nicht einmal stets die nothwendige Folge von ihm ist. *)

Der hitzige Gang gewährt ein gutes Mittel, bei sehr unreinen Roheisen für die Abscheidung der schädlichen Bestandtheile mehr Zeit zu gewinnen; er liefert überhaupt ein gutes Produkt und vermindert den Eisenverbrand, nur führt er oft einen Zeitverlust und dadurch einen größern Kohlenaufwand mit sich. Am öftesten kommt ein zu hitzger Gang bei der Stahlarbeit, am seltensten hingegen bei Darstellung sehr weichen Stabeisens vor; aber an und für sich muß der Gang des Feuers bei Erzeugung des Stabeisens ein hitzigerer als bei Darstellung des Rohstahles sein. **)

Bei einen kalten Gange des Feuers vermengen sich Eisen und Schlacke in einen dickflüssigen Zustand, erhalten dadurch mehr Gelegenheit zur gegenseitigen Einwirkung, und zugleich wird das Eisen der Einwirkung des Windes mehr blos gestellt, folglich mehr verschlackt werden müssen. Unter diesen Verhältnissen

---

*) In vielen der ausgezeichnetsten Schriften über das Eisenfrischwesen lies't man z. B., daß eine mehr geneigte Lage der Form einen Rohgang verursacht, während an und für sich eine mehr geneigte Form stets nur auf Gaargang wirken kann; blos in sofern, als dadurch ein hitzigerer Gang bezweckt wird, könnte ein Rohgang die Folge sein. Wenn daber dem zu hitzigen Gange durch ein geneigtes Kühlmittel entgegengearbeitet wird, wird der Gang stets um so gaarer gestalten, je mehr Neigung die Form erhalten hat. —

**) Hieraus erklärt sich die Erscheinuag, warum man bei unsern Stahlfeuern durch die Anwendung des erhitzten Windes anfangs einen schlechteren weicheren Stahl erzeugt hat; denn bei übrigens ungeänderten Verhältnissen wird durch den erhitzten Wind ein hitzigerer Feuergang bezweckt, den man für Rohgang hielt, und deßhalb nach einem mehr gaaren Gange strebte, wodurch das Produkt zu weich ausfallen mußte. Man muß daher bei Benutzung der erhitzten Gebläseluft nach einem kältern Gange des Feuers streben.

wird zwar das Frischen sehr schnell gehen, allein einerseits mit einem großen Eisenverluste, und anderseits mit einem unreinen brüchigen Stabeisen verbunden sein. Weil die bei einem kalten Gange gebildete Schlacke sehr eisenreich, eine Gaarschlacke zu sein pflegt, und der Frischproceß rasch vor sich geht, so wird der kalte Gang bisweilen mit Gaargang verwechselt, ist aber wesentlich davon verschieden. Auch ist nicht immer ein Gaargang Folge des kalten Ganges; denn sinkt die Temperatur zu tief, so tritt anstatt des Frischens ein Erstarren ein, und da dieses niemals im ganzen Heerde gleichmäßig, sondern nur theilweise erfolgt, so ist zugleich ein sehr ungleiches rohes Schmelzgut das Resultat eines zu kalten Ganges. Der kalte Gang wird in seinem Verlaufe zugleich ein schlackiger Gang werden, weil viele Schlacke dabei gebildet wird; allein der schlackige Gang hat außerdem noch andere Quellen, die wir bei der Frischarbeit selbst kennen lernen werden. Stets aber wird unter einem schlackigen Gange derjenige verstanden, bei dem sich ein großes Quantum Schlacke im Heerde bildet, was je nach Beschaffenheit der Schlacke einen verschiedenen Einfluß haben kann, im Allgemeinen aber eine Verzögerung des Frischens bewirkt. Unter einem trockenen Gang endlich versteht man jenen Zustand im Frischheerde, bei dem sich wenig Schlacke über dem Schmelzgute befindet. Dabei wird letzteres mehr dem Einflusse des Windes ausgesetzt, mithin ein stärkerer Eisenverbrand, zugleich aber auch ein rascheres Frischen die Folge davon sein, wenn die gebildete Schlacke immer wieder entfernt, stets nach einem trockenen Gange getrachtet wird. Das Abstechen der Schlacke ist aber nicht die einzige Quelle eines trockenen Ganges, wie wir ausführlich bei den einzelnen Frischarbeiten sehen werden. Hier sei nur noch bemerkt, das die verschiedenen Arten des Roheisens nicht blos eine verschiedene Neigung zum Gaargang oder Rohgang haben, was durch den Kohlengehalt bedingt wird, sondern daß sie in ähncher Art und Weise auch eine verschiedene Neigung zum hitzigen, kalten, trockenen oder schlackigten Gang zeigen, was wahrscheinlich durch die übrigen fremden Bestandtheile des Roheisens reranlaßt wird.

Kurz zusammengefaßt sind die Mittel zur Erlangung eines gaaren, weichen Ganges der Frischfeuer durch die Heerdstellung und Windführung folgende: a) eine kleine Entfernung der Form vom Frischboden, b) eine starke Neigung der Form, c) ein der Form ertheiltes Uebermaul, d) eine Neigung des Frischbodens nach der Formseite, e) ein geringer Abstand der Form vom Hinterzacken, f) ein schwacher Wind, g) ein großes Formauge, h) ein Zurückziehen der Düse, i) ein unbedeutendes Ueberliegen der Form, k) weite Düsen und l) kalter Wind. Fügen wir dazu der bessern Uebersicht wegen noch diejenigen Mittel welche abgesehen von der Behandlung mit der Brechstange bei einer gegebenen Roheisensorte in der Arbeit gelegen sind, so haben wir weiter m) langsames Einschmelzen des hochgehaltenen Roheisens, n) ein tiefes und öfteres Abstechen

der Schlacke, o) ein öfterer Gebrauch gaarer Zuschläge, endlich p) grobe weiche Kohlen. Aus diesen Mitteln zur Erzielung eines gaaren Ganges ergeben sich von selbst diejenigen, welche zur Erlangung eines rohen Ganges führen müssen, man hat nur nöthig, überall das Gegentheil zu nehmen. Wir wollen nun diese Mittel einzeln näher in Betrachtung ziehen, um zur Einsicht ihrer Wirkungsart und ihrer größern oder geringern Zweckmäßigkeit zu gelangen.

Die Entfernung der Form vom Frischboden ist eine der wichtigsten Dimensionen des Heerdes, eines der vorzüglichsten Mittel zu Regulirung des Feuerganges. Zunächst muß sich die Entfernung der Form vom Heerdboden, die Tiefe der Heerdgrube genannt, nach dem Quantum des Roheisens richten, welches mit einmal in Arbeit genommen wird, damit dieses für jeden Fall den unerläßlich nöthigen Raum findet. Bei ein und derselben Roheisenmenge kann die Tiefe des Heerdes aber doch um 1 bis 3 Zoll und darüber verschieden sein, und diese Differenzen haben schon einen sehr großen Einfluß. Am gewöhnlichsten schwankt die Tiefe des Heerdes von 6 bis 10 Zoll. Die Ursache dieses großen Einflusses ist leicht einzusehen; je weniger die Form vom Frischboden entfernt ist, desto mehr bleibt das niedergeschmolzene Eisen der gaarenden Wirkung des Windes ausgesetzt, desto gaarer muß folglich der Feuergang werden. In dem Verhältnisse als die Tiefe des Feuers abnimmt, muß zugleich ein mehr hitziger Gang sich einstellen, der besonders für die Darstellung des Stabeisens vortheilhaft ist, und dieserwegen ist der flache Feuerbau eines der vorzüglichsten Mittel zur Erzielung eines gaaren Ganges. Zu einem hitzigen Feuergange trägt außerdem aber auch die Höhe der Seitenwände des Heerdes über der Form wesentlich bei, und darin liegt das Mittel, einen hitzigeren Gang zu bezwecken, wenn dieses vermöge anderer Rücksichten durch eine Verminderung der Heerdtiefe unter der Form nicht mehr weiter getrieben werden kann. Die größte Höhe der Seitenwände über der Form kömmt bei den Raffinir- oder Hartzerrenn-Heerden vor, in welchen eine Reinigung des Roheisens durch Umschmelzen vorgenommen wird, und wobei man in den meisten Fällen wünschen wird, daß das raffinirte Gut sich im flüssigen Zustande erhalte, um abgestochen oder in einzelnen Scheiben ausgebrochen werden zu können, wo also ein recht hitziger Gang beabsichtigt wird. Hierbei beträgt die Höhe über der Form für die niedrigste Seitenwand, das ist für jene der Arbeitseite, 4 bis 6 Zoll und mehr. Dagegen bei den eigentlichen Frischheerden beträgt diese Höhe über der Form selten mehr als 2 bis 4 Zoll, weil hierbei aus den vorhin entwickelten Gründen ein zu hitziger Gang vermieden werden muß. Bei jenen Frischprocessen, die sich nur eines gußeisernen Frischbodens bedienen, kann die Tiefe des Heerdes nur durch ein Ueberlegen des Bodens geändert werden, was nur im ausgekühlten Zustande des Heerdes zu bewerkstelligen ist, und dieserwegen nicht zu oft vorgenommen werden darf. Bei jenen Frischarbeiten hingegen, die mit einem

Lösch- oder Schwall-Boden manipuliren, kann die Tiefe des Heerdes für jedes einzelne Schmelzgut, und theilweise selbst während des Processes abgeändert werden; ja diese Aenderungen erfolgen oft gegen den Willen des Arbeiters, und er muß daher auf diesen Umstand sehr aufmerksam sein.

Eine stärkere Neigung der Form muß nahe dieselbe Wirkung wie ein flacherer Heerd hervorbringen. Man wird sich dieses Mittels bei Bezweckung eines Gaarganges um so öfter bedienen, weil man mit dem flachen Heerdbau eine gewisse Grenze nicht überschreiten darf, damit der nöthige Raum zum Ansammeln des Schmelzgutes unter der Form übrig bleibt. Horizontal liegende Eßeisen sind eine Seltenheit, am öftesten beträgt die Neigung derselben 5 bis 15 Grad, steigt jedoch in einzelnen Fällen über 20 Grad. Ihre nothwendige Begrenzung findet die Formneigung in dem Umstande, daß bei einer großen Neigung die Hitze zu sehr auf den Frischboden wirkt, diesen daher angreift und zwar um so eher, je flacher der Heerd gebaut ist. Die größte Neigung, verbunden mit einer flachen Heerdgrube wird deßhalb dann zulässig sein, wenn der Heerdboden aus einer feuerfesten Masse, aus Quarzsand, feuerfesten Ziegeln u. dgl. bestehet, wie das bei den englischen Raffinir-Heerden der Fall ist, wobei die größte Formneigung von 30 und mehr Graden getroffen wird. Aber auch dann wird eine beträchtliche Formneigung zulässig sein, wenn das Roheisen sogleich gaar niedergeschmolzen, nicht mehr aufgebrochen wird, weil hierbei die erst gebildete Sohle von sehr gaarem Frischeisen gleichfalls eine strengflüssige Unterlage bildet; dabei muß jedoch im Beginn des Processes, bis dieser Frischboden von gaarem Eisen in genügender Stärke gebildet worden ist, mit einem schwächern Winde geblasen werden, damit die Hitze nicht zu sehr nach dem Boden wirken, und den noch schwachen Boden nicht zum Weichen bringen, noch weniger ganz durchbrechen kann. Das letztere findet bei den meisten unserer Frischprocesse mit weißem Roheisen, namentlich bei der Schwallarbeit Statt, wo ein sehr gaares, weiches Eisen erzeugt wird, und der Schwallboden selbst zur schnellern Bildung eines gaaren, starken Frischbodens beiträgt; man findet bei den Schwallfeuern eine Formneigung von 25 bis 30 Grad. Soll aber beim Gebrauche eines gußeisernen Frischbodens ein flacher Heerd und eine ziemlich starke Formneigung in Anwendung kommen, wie dies bei sehr kohlenreichem, rohschmelzigen Roheisen nöthig wird, so muß unter dem Boden eine Kühlvorrichtung mit Luft oder Wasser getroffen werden.

Durch ein der Formmündung ertheiltes Uebermaul wird der Wind im Heerde mehr nach abwärts zerstreut, und dadurch ähnlich wie in den beiden vorhergehenden Fällen die Wirkung des Windes auf das bereits eingeschmolzene Eisen vermehrt, dieses mehr gegaart und zugleich mehr erhitzt werden. Die meiste Uebereinstimmung muß die Wirkung eines Uebermaules mit der einer stark geneigten Form haben, sich aber doch in so ferne davon unterscheiden,

daß ersteres bei gleicher Neigung des Formrandes den Boden weniger erhitzt, weil der Wind dabei mehr zerstreut wird. Wird das einzuschmelzende Roheisen in einer bestimmten Lage über der Form erhalten, so muß bei einem Uebermaul und noch mehr bei einer beträchtlichen Formneigung auch dadurch ein größerer Gaargang erreicht werden, daß ein langsameres Einschmelzen Statt findet. Durch eine Neigung des Frischbodens zum Formabbrand einen gaaren Gang zu bezwecken, ist eigentlich nur bei einem gußeisernen Frischboden ausführbar, dessen Stellung man ganz in der Gewalt hat; indessen bildet sich der Schwallboden wie der Löschboden in der Regel von selbst auf der Windseite höher als an der Formseite, wo immer eine größere Hitze vorhanden ist. Jedenfalls ist es schlecht, wenn der Frischboden auf der Windseite tiefer als unter dem Eßeisen ist, weil die an der Windseite befindlichen Theile des Schmelzgutes ohnedieß der Einwirkung des Windes mehr entfernt sind, daher roher ausfallen, als die unter der Form, und durch eine tiefere Lage nothwendig noch roher bleiben müssen; indessen soll man dem Boden doch nie eine beträchtliche Neigung nach der Form geben, weil dadurch die Frischschlacke zu sehr unter die Form geleitet wird. Man legt deßhalb den Frischboden am liebsten horizontal, und wenn ja eine Erhöhung auf der Windseite Statt findet, macht man diese nie über, meist unter Einem Zoll. Bei dem Schwall- und Löschboden befindet sich im guten Gange des Feuers ungefähr in der Mitte die tiefste Stelle.

Ein geringer Abstand der Form vom Wolfabbrand kann nur dann auf einen gaaren Gang wirken, wenn eine überflüssige Breite des Heerdes vorhanden ist, und mit der Brechstange gearbeitet werden muß (wobei eine große Entfernung des Eßeisens vom Sinterbleche, also eine große Breite des Heerdes nothwendig wird, damit die an der Arbeitseite befindlichen Eisentheile mit der Brechstange hinten angebrochen werden können). Durch die Arbeit mit der Brechstange werden die meisten Eisentheile an der Wolfseite angehäuft, in dieser Gegend soll demnach der Wind hauptsächlich arbeiten, damit das dort angesammelte Schmelzgut nicht roh bleibt; die rohen Theile von der Arbeitsseite sollen aber mit der Brechstange sorgfältig vor den Wind geschafft werden, was von dieser Seite aus am leichtesten zu bewerkstelligen ist. Am gewöhnlichsten beträgt die Entfernung des Randes der Formmündung von der Hinterseite 9 Zoll, wenn der Heerd mit Abbrändern ausgesetzt ist; bei den gemauerten Heerdgruben beträgt diese Entfernung etliche Zoll mehr, weil immer etwas Lösche daselbst bleiben soll. Wenn mit der Brechstange nicht gearbeitet, sondern das Roheisen sogleich gaar eingeschmolzen wird, soll man bei eisernen Heerdwänden die ganze Breite des Heerdes möglichst klein machen, und dann muß das Eßeisen in die Mitte gelegt werden, weil jede Abweichung hiervon nur nachtheilig auf den Kohlenverbrand und auf den Gang des Feuers wirken kann, weil in letzte-

rer Beziehung die entferntern Theile des Schmelzgutes an der Arbeitseite wie an der Hinterseite mehr roh bleiben müssen. Gut gebaute Schwallfeuer sind an der Formseite 18 bis 19 Zoll breit, und das Formmittel steht von beiden Seiten 9 bis $9^1/_2$ Zoll ab. Den Stahlfeuern muß um 3 bis 4 Zoll mehr Breite ertheilt werden, weil sich das rohere Schmelzgut im Heerde mehr ausbreitet, daher die Abbränder angreifen, oder mindestens sich sehr fest einklemmen und dadurch das Ausbrechen erschweren würde; aber auch bei dieser größern Breite kommt das Eßeisen in die Mitte derselben zu liegen. Mit der Entfernung des Eßeisens von der Wolfseite steht in Rücksicht auf den Feuergang in engem Zusammenhang die Richtung der Formachse, sowie die Ertheilung eines Hinter- oder Vorder-Maules; denn offenbar muß hierdurch der Wind mit seiner Wirkung ebenfalls mehr nach der vordern oder hintern Seite geleitet werden. Eine Wendung des Eßeisenrüssels nach der Hinterseite oder ein Vordermaul desselben wird nie angewandt, wohl aber bisweilen eine Wendung nach der Vorderseite, oder an dessen Stelle ein Hintermaul. Dabei liegt die Ansicht zu Grunde, daß es vortheilhafter sein müsse, die Wirkung des Windes mehr nach der Arbeitseite zu leiten, weil von dort die zu erhitzenden oder einzuschmelzenden Massen in den Heerd gebracht werden; zugleich will man dadurch ein erleichtertes Abfließen der Schlacke bezwecken, wenn ein Theil derselben abgestochen werden soll. Allein in ersterer Beziehung ist die Ansicht unrichtig, weil man bei der Arbeit die dem Winde auszusetzenden Massen nach der Richtung des Windes, nicht aber letztere nach der Stelle, wohin das von dem Winde zu behandelnde Eisen gelegt wird, richten soll; in letzterer Hinsicht aber ist diese Abweichung von der mittlern Richtung nicht nothwendig. Man soll daher von der mittlern Richtung entweder gar nicht, oder doch nur wenig abweichen, bei welcher die Wirkung des Windes über die Heerdfläche gleichmäßig vertheilt, und diese zugleich am kleinsten gemacht werden kann.

Ein schwacher Wind sollte an und für sich nur einen Rohgang verursachen, weil der Wind auf der einen und die gaaren Zuschläge auf der andern Seite die einzigen Mittel sind, wodurch das Frischen (Gaaren oder Verkochen) des Roheisens bewirkt wird; je weniger demnach von diesen Mitteln angewandt wird, desto weniger oder langsamer sollte das Gaarwerden erfolgen. Allein bei einem schwachen Winde schmilzt das Roheisen langsamer ein, und dadurch wird den gaaren Zuschlägen mehr Zeit zu ihrer gaarenden Wirkung gelassen. Ueberdieß wird bei der durch den schwachen Wind verminderten Hitze das eingeschmolzene Gut näher vor der Form sich lagern, und dadurch die Wirkung des zwar schwachen Windstromes dennoch mehr erfahren können, als es bei einem stärkern Winde in größerer Entfernung der Fall wäre. Es wird mit andern Worten ein kalter Gang bezweckt, der in diesem Falle das Gaaren befördert.

Durch ein großes Formauge wird mehr, aber geringer gepreßte Luft in den Heerd geleitet. Die Menge des Windes trägt zum Gaaren bei, ohne daß bei dem schwachen Luftstrom die Hitze gesteigert und das Schmelzgut von der Formmündung zu sehr entfernt wird, wie das der Fall sein müßte, wenn dieselbe Windmenge in einem mehr gepreßten Zustande eingeführt würde.

Durch das Zurückziehen der Düse wird der aus dem Eßeisen strömende Wind geschwächt; es muß dieses Mittel folglich wie ein schwacher Wind das Gaaren befördern. Es wäre aber, wie leicht einzusehen, sehr unrichtig, wollte man weiter folgern, daß vermöge der Beförderung des Gaarganges durch einen schwachen Wind hierbei der Frischproceß rascher vor sich gehen müßte; denn der diesfällige Gaargang wird ja nur dadurch erreicht, daß das Einschmelzen des Roheisens, und somit der ganze Proceß verzögert wird. Hat man von einem Niederweichen des Zerenn- oder Frischbodens nichts mehr zu besorgen, so wird der Frischproceß durch einen verstärkten Wind in vollem Maaße befördert.

Ein vermindertes Ueberliegen der Form kann nur wenig zu einem Gaargang beitragen, nämlich nur in so fern, als durch das Näherrücken des Schmelzraumes zur Formwand, eine Abkühlung in demselben, und dadurch eine kälterer Gang bezweckt wird. Weil aber hierdurch eine Erhitzung und endlich selbst ein Schmelzen des Formabbrandes eintreten könnte, darf man das Eßeisen nicht zu sehr zurückziehen. Ein beträchtliches Ueberliegen ist wieder bei der Arbeit, absonderlich beim Ausbrechen des Schmelzgutes hinderlich. Das größte Ueberliegen findet man in Steiermark, wo es sehr gewöhnlich 6 Zoll beträgt; sonst trifft man öftesten 3 bis $4^1/_2$ Zoll. Damit bei einem kleinen Ueberliegen der Formabbrand nicht so leicht angegriffen wird, neigt man denselben etwas in den Heerd, oder was noch wirksamer ist, man läßt ihn rückwärts frei, damit er von kalter Luft bestrichen werden kann; auch hohle Abränder mit Wasser- oder Luft-Kühlung findet man, namentlich bei den englischen Raffinir-Heerden.

Eine Erweiterung der Düsen kann nur in sofern einen Gaargang bezwecken, als dadurch gleichzeitig eine Schwächung des Windes in seiner Pressung geschieht. In diesem Falle muß die Erweiterung der Düse denselben Erfolg bezwecken, wie eine Vergrößerung des Formauges, wovon schon gehandelt wurde.

Daß endlich ein kalter Wind, im Vergleiche mit erhitztem, den Gaargang befördert, liegt in dem Umstande, daß die erhitzte Gebläseluft einen hitzigern, die kalte somit einen kältern Gang verursacht. Dieser Einfluß ist sehr merklich, und bei der Heerdstellung wohl zu berücksichtigen. Will man beim Gebrauche der erhitzten Luft für den Frischproceß nahe dieselben Verhältnisse wieder herstellen, wie sie bei kalter Luft waren, so muß man im Verhältnisse der

Erhitzung weniger Windpressung und weitere Düsen- und Form-Mündungen anwenden.

Daß bei der Verfrischung einer gegebenen Roheisensorte, durch ein langsames Einschmelzen derselben, durch ein tiefes, öfteres Abstechen der Frischschlacke und den Gebrauch vieler gaaren Zuschläge und grober leichter Kohlen, ein Gaargang bezweckt wird, braucht kaum näher erklärt zu werden. Durch das tiefe und öftere Abstechen der Frischschlacke, welche bei ihrer Einwirkung auf das niederschmelzende Roheisen an Eisengehalt (Gaare) verliert, wird einerseits dem Windstrom mehr Gelegenheit verschafft, seine energische Wirkung auf das Schmelzgut zu äußern, es schneller zur Gaare zu bringen, und wird andererseits die abgestochene weniger gaare Schlacke durch gaare Zuschläge ersetzt, kommt deren Wirkung jener des Windes zu Hülfe. Bei groben, leichten Kohlen muß von vorne herein schon ein schwächerer Windstrom gebraucht werden, was auf einen Gaargang wirkt, und dann gestatten die groben, weichen Kohlen selbst dem schwachen Windstrome leichten Zutritt zum Schmelzgute, was abermals einen gaaren Gang bezweckt.

Zu §. 519.

Zu den wesentlichsten Verbesserungen, die in der neuesten Zeit bei den Frischfeuern gemacht worden sind, gehört die Benutzung der Flamme zu den Vorglühheerden, mit und ohne Winderhitzungsapparate. Wir haben in dem erwähnten Paragraphen des Werkes nur wenig über den Gegenstand gesagt und fühlen uns um so mehr veranlaßt, diesen Mangel hier zu verbessern, da der Gegenstand von Wichtigkeit, und bis jetzt im Allgemeinen noch wenig bekannt ist. Die Vorglühherde sollten keinem Frischfeuer fehlen, da die Kosten ihrer Einrichtung durchaus in keinem Verhältniß zu ihrem Nutzen stehen. Wir folgen bei der Beschreibung der Vorglühheerde dem oben in dem Vorwort näher erwähnten Werke des Herrn Professor Tunner.

Die erste nothwendige Bedingung bei einer vollkommenen Anlage von Vorglühheerden ist, daß die Größe der Arbeitsöffnung das streng erforderliche Maaß nicht überschreite, damit der Zutritt der atmosphärischen Luft thunlichst abgehalten werde. Man wird daher die Breite derselben am innern Rande wenig oder nichts größer machen, als die Erstreckung der Heerdgrube selbst nach dieser Seite hin beträgt; nach außen hingegen soll man die Breite zunehmen lassen, weil dies auf die Hitze im Vorglühheerde keinen Einfluß hat, wohl aber die Arbeit im Heerde bei verschiedenen Gelegenheiten erleichtern kann. Die Höhe der Arbeitsöffnung wird am meisten in Anspruch genommen beim Herausnehmen des gefrischten Klumpens, des Dachels, und muß zu dem Zwecke um so höher sein, je größere Dacheln erzeugt werden; mehr als 18,

höchsten 24 Zoll werden nicht leicht erforderlich, oft 15 Zoll und weniger genügend sein. Bei der Arbeit selbst genügt in der Regel eine Höhe von ungefähr 12 Zoll, und es scheint daher das Gerathenste zu sein, wenn man diese Oeffnung mit der größten Höhe, die erforderlich werden kann, also mit ungefähr 24 Zoll herstellt, sie aber mit einer leicht stellbaren Schubplatte, ähnlich einer Fallthüre, oder mindestens mit einem Vorhangblech versieht, daß sich über die ganze Breite derselben erstreckt.

Die zweite unerläßliche Bedingung ist, daß man bei jener Oeffnung, durch welche die Flamme in die Esse entweicht, einen Schieber anbringt, mit dem diese Oeffnung beliebig verkleinert werden kann. Es muß besagte Oeffnung so klein gehalten werden, daß die Flamme bei den Arbeitsthüren, durch die man in den Vorglühheerd gelangt, etwas herausgedrängt wird, wodurch das Hineindringen der äußern kalten Luft am besten abgehalten werden wird; zugleich wirkt diese Spannung auch auf die Arbeitsöffnung des Heerdes zurück, und hindert ebenfalls das Einziehen der äußern Luft. Es ist ganz irrig, wenn man glaubt, bei den Vorglühheerden wie bei den Flammenöfen mit Rösten durch einen stärkern Zug eine größere Temperatur zu erzielen, und eben so unrichtig ist die Meinung, daß es zur vollständigen Verbrennung der Gase und somit zur Erhöhung der Temperatur im Vorglühheerde beitrage, wenn ein gewisser Antheil der äußern Luft hinzutritt, denn es gelangt ohnedieß schon durch das Eßeisen immer ein Ueberschuß von atmosphärischer Luft zu den Kohlen, groß genug, um selbst im Vorglühheerde noch mehr als nöthig wäre, vorzuwalten. Zu klein darf die gedachte Oeffnung jedoch auch nicht sein, weil sonst die Hitze vor der Arbeitsöffnung des Heerdes den Arbeiter zu sehr belästigen würde. Durch einen einfachen Schieber ist man daher im Stande, jedesmal dasjenige Verhältniß herzustellen, welches den obwaltenden Umständen nach das entsprechendste ist.

Gestalt und Größe der Vorglühheerde müssen in jedem einzelnen Falle nach dem Locale, und dem davon zu machenden Gebrauche eingerichtet werden. Um dauerhaft zu sein, darf zu ihrer Aufführung kein ordinäres, sondern ein solches Mauermaterial, Ziegel oder Steine verwendet werden, welches einerseits ziemlich feuerfest, und andererseits von solcher Beschaffenheit ist, daß es den Wechsel der Temperatur gut erträgt, und gegen mechanische Stöße nicht sehr empfindlich ist. Wenn ein Lufterhitzungsapparat mit in Verbindung gebracht werden soll, was in den meisten Fällen zweckmäßig sein wird, so soll dieser weder vor, noch im Vorglühheerde selbst, sondern hinter oder über demselben angebracht werden, damit dem letztern durch erstern keine Hitze entzogen wird, die zur Erhitzung der Luft auch dann noch groß genug ist, wenn dieselbe den Vorglühheerd bereits durchzogen hat.

Wenn es für die Zwecke der Vorglühheerde von Wichtigkeit ist, dieselben ohne Unterbrechung in einer höhern Temperatur zu erhalten, was bei den einzelnen Unterbrechungen des Frisch- oder Ausheiz-Processes nicht möglich ist, so muß man dieselben mit einem unterhalb oder seitwärts angebrachten Feuerroste versehen, auf dem im Nothfalle mit eigenem Brennmateriale gefeuert werden kann, der aber für gewöhnlich abgeschlossen bleibt. Für die meisten Fälle genügt es indessen, wenn man während der kurzen Unterbrechung in der Feuergrube zunächst derselben einige Scheite Holz oder mehrere Stücke Torfziegel oder Steinkohlen auf den Heerd des Vorglühraumes bringt, durch deren Verbrennung wenigsten Schutz gegen zu starke Abkühlung und gegen zu bedeutenden Zutritt der äußern Luft bezweckt wird. Auch damit kann man sich öfters behelfen, daß man die Ueberhitze von zwei Feuern in einen gemeinschaftlichen Vorglühheerd leitet, bei denen die periodischen Unterbrechungen nie gleichzeitig Statt haben; aber durch dieses Mittel eine viel höhere Temperatur zu erzielen, wie man hier und da vermeinte, kann nicht gelingen, obschon man nothwendig mehr Hitze in den Heerd hinein bringt. Wie man sieht, handelt es sich hierbei um richtige Unterscheidung zwischen Menge und Intensität der Wärme, was zwei wesentlich verschiedene Dinge sind; nur in so fern als die Intensität der Wärme durch unterbrochene Zuströmung und durch die Abkühlung von außen herabgesetzt wird, muß dieselbe in gleichen Vorglühheerden bei zwei Feuern größer, als bei Einem sein. Berücksichtigt man dagegen, daß bei zwei oder mehreren Feuern die Aenderungen und Unterbrechungen in der Ueberhitze öfter als bei Einem vorkommen müssen, und demgemäß die Aenderungen mit dem Schieber bei der Fuchsöffnung (durch welche die Flamme in die Esse entweicht) vor jedem Frischen selbstständig vorgenommen werden sollen, so wird man einsehen, daß hierdurch viel öfter eine Erniedrigung, als eine Erhöhung der Temperatur im Vorglühheerde die Folge sein wird. Bei entsprechender Anordnung der einzelnen Verhältnisse kann die Temperatur der Vorglühheerde bei unsern Frischfeuern, wo jedes Feuer seinen eigenen Glühheerd hat, bis zur beginnenden Weißglühhitze gesteigert werden, die also groß genug ist, um graues Roheisen oder Spiegeleisen in einen ziemlich vollkommen flüssigen Zustand zu bringen.

Die letztberührte Erscheinung, welche in den mit Roheisen beladenen Vorglühheerden auf mehreren Hammerwerken beobachtet wurde, gab schon vor mehreren Jahren an verschiedenen Orten Veranlassung, die Ueberhitze der Frischfeuer zum Puddeln des Roheisens zu versuchen; allein bisher ist es nirgends gelungen damit zu Stande zu kommen, und es scheint uns die Sache zwar schwierig, aber doch einige Hoffnung des Gelingens vorhanden zu sein. Wenn es aber sogar auf einigen Hütten nicht gelungen ist, die Ueberhitze der Frisch- oder Ausheiz-Feuer mit Vortheil zum Vorglühen des Roheisens und zur Er-

hitzung des verschiedenen Materialeisens, bei dem nur eine starke Rothglühhitze erfordert wird, anzuwenden, so ist der Grund davon lediglich in einer verfehlten Anlage dieser Glühheerde zu suchen; denn auf mehreren Hütten der Vereins- und Nachbarländer hat man schon seit Jahren in dieser Beziehung vollkommen gelungene Glühheerde der Art.

Zu den vorzüglichsten Anlagen und Benutzungen der Vorglühheerde gehören die auf den Werken in Hammerau bei Salzburg, zu Neubruck bei Scheibbs, zu St. Egydi, Maria Zell u. m. a.

Wenn man Glühheerde von verschiedener Heizkraft bedarf, wie z. B. bei der Schwarzblechfabrikation, so bringt man zweckmäßig zwei Glühheerde in unmittelbare Verbindung, die von Einem Frisch- oder Ausheiz-Feuer erhitzt werden, wie in Fig. 8 und 9, Tafel 4 zu entnehmen ist, welche Figuren eine Anlage von Neubruck vorstellen. Es versteht sich von selbst, daß der Heerd B, welcher dem Frisch- und Ausheiz-Feuer A zunächst gelegen ist, stärker erhitzt wird, als der davon weiter entfernte C, welcher letztere zum Ausglühen der nahe oder ganz fertig gewalzten Bleche dienen kann, während der erstere zum Erhitzen der Blechflammen und Stürze gebraucht wird. Fig 4—7 stellt einen Glühheerd von Hammerau dar, dem jene von St. Egydi ganz ähnlich sind, und die zur Erhitzung des verschiedenen Materialeisens für das Stabeisen- und Draht-Walzwerk dienen. Fig. 1—3 stellt einen Glühheerd von Salzahammer bei Maria-Zell vor, mit dem dabei angebrachten Lufterhitzungsapparate. Fig. 14—16 stellt ein Comtoiser Frischfeuer von Zoptau in Mähren dar, das mit zwei Formen, Glühheerden und einem kastenartigen Lufterhitzungsapparate eingerichtet ist, und Fig. 11—13. endlich zeigt eine derartige Anlage von der Frischhütte des Herrn Neher bei Schaffhausen in der Schweiz.

Einen weitern Vortheil gewähren die Vorglühheerde dadurch, daß bei ihrem Vorhandensein die hohen Essen ganz überflüssig werden, weil sich die Funken schon im Vorglühheerde größtentheils abstoßen, und die Belästigung der Arbeiter durch die vom Frischfeuer mehr oder weniger zurückgedrängte Hitze dadurch sehr vermindert wird, daß die Arbeitsöffnung möglichst klein gehalten wird. Uebrigens kann dem letztern Uebelstande noch durch angebrachte Kühlkästen begegnet werden, wie auf einigen Hütten zu sehen, obschon dies kaum nöthig ist Man hat aus diesem Grunde die Glühheerde hie und da ganz bezeichnend mit dem Namen liegende Essen belegt, denn in der That kann man diese Heerde als einen Theil der Esse betrachten, welcher sich in liegender Stellung befindet. Es genügt bei solchen Glühheerden, wenn an die Fuchsöffnung, bei der die Flamme aus dem letzten Heerde tritt, und die (wie früher angeführt wurde) mit einem Schieber versehen sein soll, eine quadratisch gemauerte oder cylindrische Esse von Eisen, mit ungefähr 2 Quadratfuß Quer-

schnitt angebracht ist, die nur bei 3 Klafter Höhe hat. Eine solche cylindrische Esse ist unter andern bei einem der Frischfeuer am Salzahammer zu sehen, und eine quadratisch gemauerte Esse der Art zeigt Fig. 11 und Fig. 13.

Am Salzahammer bei Maria-Zell sind mehrere verschiedene Anlagen mit Glühheerden und Lufterhitzungsapparaten; die im Fig. 1—3 dargestellte wird daselbst aber für die gelungenste angesehen. Dieselbe wurde in einem pyramidalen Eßkegel der alten Art, dem das Gemäuer G, G angehört, eingebaut. Zu dem Ende mußten jedoch in dem alten Essengemäuer drei neue Oeffnungen ausgebrochen werden, eine große bei N, um darin die Arbeitsöffnung d für den Glühheerd B, und die Oeffnung e zur Reinigung des schottischen Lufterhitzungsapparates C anzubringen, und zwei kleine auf der gegenüberliegenden Seite zur Ein- und Ausführung des kalten und erhitzten Windes, wie im Grundrisse Fig. 3 mit punktirten Linien angedeutet wurde. Dagegen ist die hohe Arbeitsöffnung der alten Esse durch das Ziegelmauerwerk F Fig. 2 und Fig. 3 auf eine kleine Arbeitsöffnung reducirt worden, wie aus den Figuren zu entnehmen. Im gewünschten Falle kann bei der Arbeit diese ohnehin nur 21 Zoll hohe Arbeitsöffnung noch durch ein leicht bewegliches Vorhangblech beliebig erniedrigt werden, welches über der Eßbank a am Trageisen b aufgehängt wird. Die im Frischheerde A entwickelte Flamme zieht über die Brücke g in den Glühheerd B, aus diesem durch die Fuchsöffnung h in den Lufterhitzungsapparat C, und entweicht bei der Oeffnung i endlich in den Raum der alten Esse. Zur Regulirung der Temperatur sollen die beiden Communications-Oeffnungen h und i mit Schiebern versehen sein; bei i genügt die nächst beste Eisenplatte, die darauf gelegt, einen gewünschten Theil dieser Oeffnung frei läßt. Je mehr die Oeffnung h bis zu einer gewissen Grenze verengt wird, desto höher steigt die Temperatur im Glühheerde B. Dasselbe gilt bei der Oeffnung i für den Lufterhitzungsraum C. Damit aber bei einer beträchtlichen Verengung der Oeffnung h die Flamme nicht theilweise zur Arbeitsöffnung des Frischheerdes herausschlägt, überhaupt der Arbeiter vor dem Frischheerde nicht zu sehr von der zurückgedrängten Hitze beirrt wird, ist eine eigene Abzugsöffnung c Fig. 2 angebracht, die ebenfalls in den innern Essenraum mündet. Die Hitzkraft des Glühheerdes wird zum Vorwärmen des Roheisens, der Masseln und Kolben verwendet. Es hat sich dabei mehrmals ereignet, daß das Roheisen unvorhergesehener Weise theilweise geschmolzen ist, ein Beweis der hohen Temperatur.

Die Circulation der Luft im Erhitzungsapparate ist der Art eingerichtet, daß der durch k zugeführte kalte Wind in das Grundrohr (oder Hauptrohr) m gelangt, von welchem derselbe durch die sechs Bogenstücke p in das gegenüberliegende Grundrohr n tritt, und bei diesem Uebertritte erhitzt wird; aus dem Hauptrohre n wird der erhitzte Wind durch die Leitung q dem Eßeisen

zugeführt, wie am deutlichsten aus den punktirten Linien im Grundrisse Fig. 3 zu ersehen ist. Der leichtern Aufstellung und Reparatur wegen hat der Erhitzungsraum statt eines gemauerten Gewölbes gußeiserne Ueberlagplatten s erhalten, welche zur bessern Hitzhaltung mit Sand überstreut werden. Die Lufterhitzung beträgt durchschnittlich 150° R., in einzelnen Perioden kann dieselbe indeß über 200° getrieben werden.

Die Fig. 11, 12 und 13 zeigen einen durchweg neu gebauten Frischheerd, wo wieder A die Heerdgrube, B den Glühheerd und C den Lufterhitzungsapparat vorstellt. Aus dem Lufterhitzungsraume gelangt die Flamme durch die mit einem Schieber versehene Oeffnung d in den Raum der kleinen Esse D. Ein gleicher Schieber befindet sich hinter der Fuchsöffnung c, welcher durch die Schubstange f Fig. 12 bewegt werden kann. a bezeichnet die Arbeitsplatte (Eßbank), b die Arbeitsthüren, g und h sind zwei Thüren zur Reinigung des Lufterhitzungsapparates. Die vom Gebläse kommende Luft gelangt durch die Leitung k in den Erhitzungsapparat, welcher aus den vier Röhren l bestehet, die durch Bogenstücke unter einander verbunden sind, und aus denen der erhitzte Wind endlich mittelst der Leitung m zum Eßeisen geführt wird. Es ist dieses folglich ein Wasseralfinger-Apparat, denn die gesammte Windmenge muß hierbei stets durch Ein Rohr passiren, wodurch der Apparat zwar vereinfacht, aber der Röhrenwiderstand beträchtlich vermehrt wird. Das Aeußere des Mauerwerkes von den Räumen A, B und C wird durch verankerte Eisenplatten zusammen gehalten, eine Befestigungsart, welche bei allem derartigen Gemäuer die meiste Haltbarkeit gewährt.

In den Fig. 4—7 ist ein Frischfeuer mit Vorglühheerd, aber ohne Lufterhitzungsapparat, von Hammerau dargestellt, wo diese Glühheerde zur Erhitzung des sämmtlichen Materialeisens für das daselbst befindliche Stabeisenwalzwerk dienen, und in dieser Beziehung kaum etwas zu wünschen übrig lassen. A ist die Heerdgrube, a die Eßbank und b die Oeffnung zum Hereinbringen der Roheisenganz (des Striezelflossens) c, von welcher der jedesmalige Roheisenbedarf für eine Luppe (Dachel, Schmelzgut) abgeschmolzen wird. Dieses Roheisenstück ruht auf den zwei Walzen m, n und zu dessen bequemem Vorrücken oder Zurückziehen sind zur Seite am Boden verzahnte Stangen p befestiget, welche der Wuchtstange, mit der diese Bewegung des Roheisenstückes geschieht, zur Unterlage dienen. Die im Frischheerde A entwickelte Flamme zieht in den Glühheerd B, und gelangt aus diesem durch die Fuchsöffnung F in den Essenraum. Zur Regulirung der Hitze im Glühheerde dient der Schieber g, welcher durch das Stangenwerk h bewegt werden kann. Zum Einbringen und Ordnen des verschiedenen Materialeisens werden gewöhnlich die Thüröffnungen e,e gebraucht; zum Ausnehmen desselben dienen hingegen die Thüren d d, welche nach der Seite der Walzenhütte gewandt sind, während die Eßbank a nach

nach dem Frischhammer gekehrt ist. Das Aeußere des Mauerwerkes wird durch Einfassungsplatten gehalten, wie am besten in dem Längen- und Querdurchschnitte Fig. 6 und Fig. 7 zu ersehen ist. Der Oberbau mit der Esse wird durch die Säulen S,S getragen, um dem Ganzen ein gefälliges Ansehen zu geben.

Die Fig. 8—10 stellen ein Frischfeuer mit zwei hinter einander angebrachten Glühheerden dar, wie dasselbe auf dem Eisenwerke zu Neubruck bei Scheibbs zu sehen sind. Der Raum D, gerade gegenüber dem Frischfeuer gelegen, kann zur Aufstellung eines Lufterhitzungsapparates benutzt werden, was indessen nicht sehr zweckmäßig ist, keine bedeutende Erhitzung gewährt, und der Hitzkraft für die Glühheerde B und C Abbruch thun muß. a stellt die Eßbank, und b eine Fallthüre vor, durch welche die Arbeitsöffnung leicht erniedrigt werden kann, wenn man der ganzen Höhe derselben nicht bedarf. Diese Fallthüre ist absichtlich so gestellt, daß sie nicht genau an den Rahmen schließt, in welchem sie sich bewegt, damit die theilweise herausgedrängte Flamme sich hinter derselben in die Höhe begiebt. Die Bewegung dieser Platte geschieht durch das einfache Zugwerk c Fig. 10. Das Eßeisen befindet sich bei d Fig. 9. Die Glühheerde sind mit den Fallthüren e, f versehen, und haben die bei Blechglühöfen übliche Gestalt. Aus dem hintern Glühheerde C zieht die Flamme durch die kleine Esse E Fig. 8 in die große Esse F. Zur Regulirung der Hitze in den Glühheerden ist an der Essenmündung E eine Schiebplatte g angebracht, welche für gewöhnlich so gestellt sein muß, daß die Flamme bei den Arbeitsthüren e und f, wenn diese geöffnet werden, theilweise herausgedrängt wird, mithin die äußere kalte Luft nicht hineindringen kann. Der Raum H wird während des Ausheizprocesses zum Vorglühen der Flossen benützt, und wenn die Entwicklung der Flamme aus dem Frischheerde, wie z. B. beim Ausbrechen des Dachels, auf kurze Zeit unterbrochen wird, bringt man etliche Holzscheite an diese Stelle, wodurch eine zu starke Abkühlung in den Glühheerden vermieden wird. Bei der Blechfabrikation wird der stärker erhitzte Raum B zum Glühen der Blechflammen und der Flammeln oder Stürze, der Raum C dagegen zum Vollenden der Bleche, wie zum letzten Ausglühen der fertig gewalzten Bleche benutzt; und in ähnlicher Weise geschieht die Verwendung bei Erzeugung verschiedener Stabeisensorten. In der ersten Wochenschicht ist die Hitzkraft, besonders im hintern Heerde, allerdings nicht sehr groß, aber in den folgenden Schichten für die genannten Zwecke vollkommen hinreichend, da selbst der Heerd C gute Rothglühhitzen giebt. Soll die Temperatur im Heerde B erhöht, in C aber vermindert werden, so behilft man sich dadurch, daß in den Heerdraum h mehrere Ziegeln eingelegt, daselbst also eine Verengung der Communication zwischen beiden Heerden bezweckt, während der Schieber q nach Belieben geöffnet werden kann.

Die Fig. 14, 15 und 16 endlich versinnlichen die bei Zeptau in Mäh-

ren üblichen nach ihrer Abstammung sogenannten Comtoiser Frischfeuer. Fig. 14 ist der Grundriß, Fig. 15 ein Längendurchschnitt und Fig. 16 eine äußere Ansicht von vorne. A ist der Frischheerd mit seinen beiden neben einander liegenden Formen, a die Arbeitsplatte, k das Seitenblech, D die Arbeitsöffnung, f eine kleine Oeffnung zur Reinigung der untern Seite des Windkastens C von der angesetzten Frischschlacke. Der kalte Wind wird durch b zugeführt, und gelangt im erhitzten Zustande durch c zu der Pipe p, welcher durch die Leitung q nach Wunsch auch kalter Wind geliefert werden kann; vom Windkasten führen die beiden Düsen zu den Formen. In den Glühheerd B gelangt man durch die beiden Thüren g und h; aus dem Glühheerde führt der Zug durch d abwärts nach e, und sofort zur Esse E. Zur Regulirung der Temperatur im Heerde B soll in d oder e ein Schieber angebracht sein, ohne den die Temperatur nie auf eine entsprechende Höhe gebracht werden kann. Von der eigenthümlichen Einrichtung des Frischheerdes wird beim Baue des Frischheerdes die Rede sein.

Bei allen diesen Frischfeuern befindet sich die Feuerbrücke des Glühheerdes gerade der Arbeitseite der Heerdgrube gegenüber, eine Lage, die jedenfalls mehr zu empfehlen ist, als jene, wobei der Glühheerd dem Eßeisen gegenüber angebracht ist, weil bei der erstern Einrichtung die Hitze von der Arbeitsöffnung des Frischfeuers besser zurückgedrängt wird. Bei einer solchen Anlage ist das Anbringen eines äußern Wasserkühlkastens über der Arbeitsöffnung des Frischheerdes füglich zu ersparen, wie in der That bei allen diesen beschriebenen Heerden geschehen ist, man muß nur die Arbeitsöffnung nicht unnöthig groß halten. Das Aufgeben der Kohlen bei einer so kleinen Arbeitsöffnung kann nicht anders als mit mittelmäßig großen Kohlenschaufeln geschehen, und sollte überhaupt bei einer guten Kohlenwirthschaft nie anders bewerkstelligt werden, obgleich die Arbeiter aus Bequemlichkeit allenthalben ihre Einwendungen dagegen haben, bis sie einmal daran gewöhnt sind. Daß ein Frischfeuer mit Glühherden und ebenso bei Lufterhitzungsapparaten Tag und Nacht betrieben werden soll, und die an manchen Orten übliche Gepflogenheit, daß der Frischer oder Heizer nach beendetem Frischen ein Weilchen ausruhet, nicht gestattet werden darf, wenn man einen guten Erfolg von der Benutzung der Ueberhitze erlangen will, versteht sich von selbst.

Höchst interessant sind auch die Versuche, welche der Hüttenbeamte Hr. Maresch zu Neuhütten in Böhmen über die Benutzung der aus den Frischfeuern entweichenden Hitze angestellt hat.

Der Vortheil, den die aus den Frischfeuern entweichende Hitze gewähren kann, ist folgender:

a. durch Benutzung der von denselben abziehenden, in den Verbrennungsprodukten aufgehäuften Wärme (Comtéfeuer) und

b. durch nachträgliche Verbrennung des darin aufsteigenden brennbaren

Kohlenoxydgases, wodurch die Quantität sowohl als Intensität jener Wärme noch gesteigert wird (Puddelöfen).

Diese Ansichten waren es, welche Herrn Maresch seit einigen Jahren lebhaft beschäftigten und in ihm den Wunsch hervorriefen, in Anbetracht des großen Kohlenaufwandes, welcher bei der Heerdfrischerei mit Holzkohlen überhaupt stattfindet, durch möglichst vollständige Benutzung der bei der Verbrennung erzeugten Wärme denselben thunlichst zu verkleinern und zugleich die Erzeugung an gefrischtem Eisen in derselben Zeit zu vergrößern.

Zur Erzeugung von 1 Pfd. Stabeisen aus den Erzen wird die Kohle aus 16 bis 20 Pfd. Holz aufgewendet, wovon etwa $^1/_3$ auf die Erzeugung des Roheisens aus den Erzen, $^2/_3$ aber bei der bloßen Umwandlung dieses Roheisens in Stabeisen (bei der Verfrischung und beim Ausschmieden) aufgeben. Dieser Kohlenaufwand ist ungemein groß, insbesondere der letztere, und es ist darin, sobald derselbe zur richtigen Erkenntniß gebracht ist, in der That die Aufforderung enthalten, denselben durch Verbesserung der Schmelzprocesse und durch vollständigere Benutzung der Heizkraft der verwendeten Brennstoffe möglichst zu verkleinern, was bei dem fortwährenden Steigen der Holzpreise — eine Folge der zunehmenden Consumtion oder einer Abnahme des Holzes — um so dringender geboten ist, wenn die Eisenerzeugung mittelst Holzkohlen Bestand haben und der ausländischen mit Steinkohlen, die sich bei uns erst zu entwickeln beginnt, die Waage halten soll.

Von dem neuesten Fortschritt in der Eisenerzeugung, von dem Puddeln des Roheisens in Gasöfen, wobei auch Brennstoffe minderer Qualität benutzt werden können, sowie von der Erzeugung geschmeidigen Eisens unmittelbar aus den Erzen, worüber in der jüngsten Zeit in Oesterreich Versuche im Großen ausgeführt wurden, die aber im günstigsten Falle nur local bei sehr reichen, reinen Erzen Anwendung finden könnte, muß hier abgesehen werden, weil sie außerhalb des Zweckes vorstehenden Aufsatzes liegen und letztere niemals einen allgemeinen Fortschritt in der Eisenerzeugung begründen kann.

Bei den fürstlich Fürstenberg'schen Eisenwerken ist, wie fast bei allen Eisenwerken Böhmens, die deutsche Anlauffrischschmiede, verbunden mit der Brechschmiede, in Uebung. Die Frischheerde haben die im Lande üblichen Dimensionen von 32 Zoll Länge, 24 Zoll Breite und $11^1/_2$ Zoll Tiefe. Die gebrauchten Gebläse sind hölzerne Kastengebläse, wovon eines mehrere Frischfeuer mit Wind versorgt. In einer Hütte, unter einem Dache befinden sich da 6 Frischfeuer beisammen in stetem Betriebe. Zum Ausstrecken des gefrischten Eisens dienen Schwanzhämmer von etwa 225 Pfd. Schwere, welche, sowie die Ambose von Roheisen erzeugt werden.

Ein jeder zu verfrischende Theil Roheisen ist auf 250 W. Pfd. festgesetzt; die Kohlenpassirung zur Erzeugung von 100 Pfd. Stabeisen als Merkantil-

waare beträgt bei kaltem Winde 26 Cubikfuß oder $6^4/_8$ Tonne zu 4 Cubikfuß Inhalt; 1 Tonne Kohlen wog netto 39 Pfd. Das Calo (Eisenabgang) ist rein zu Mercantilwaaren ausgestrecktem Eisen 23 pCt., zu Reifprügeln 20 pCt., doch wird oft noch zugeschmiedet. Wöchentlich werden in einem Frischfeuer 15—18 Theile Roheisen verfrischt, so daß auf einen Theil neun Arbeitsstunden kommen.

Gegenwärtig werden daselbst die 6 Frischfeuer mit heißem Winde betrieben, dessen Temperatur zwischen 120 und 200° R. und dessen Pressung zwischen 14 und 16″ Wasserstandshöhe schwankt. Bei heißem Winde geht das Frischen etwas langsamer; doch ist der Kohlenverbrand bedeutend geringer und beträgt dabei für jeden Centner erzeugten Stabeisens nur $5^1/_2$ Tonne oder 22 Cubikf., mithin 4 Cubikf. weniger als bei kaltem Winde. Als gaarender Zuschlag wird nur gepochter Kalkstein angewendet.

Da nun der Frischproceß zum Theil ein Entkohlungsproceß ist, so kann es in einer gewissen Beziehung nichts Widersinnigeres geben, als diese Hinwegschaffung von Kohlenstoff in steter Berührung mit glühender Kohle im Kohlenfeuer zu bewirken, was offenbar zeitraubend und den Brennstoffaufwand vergrößernd sein muß.

Um die Flamme der Frischfeuer und die Frischfeuergase auffammeln und in einen Flammenofen (Puddelofen) leiten zu können, war es vor allererst nothwendig, den Frischheerd enger einzuschließen, als dies gewöhnlich der Fall ist, und auch vorne an dem obern Theile mehr zu sperren, um einen bessern Zug der Frischfeuergase in dem Puddelofen zu bewirken, der übrigens vorzüglich auch von der Höhe des Schornsteins bei dem Puddelofen bedingt wird.

Nachdem die Erfahrung gezeigt hatte, daß die von einem Frischfeuer abziehenden heißen und theils brennbaren Gase nicht hinreichen, um einen Puddelofen gehörig zu erhitzen, sowie, daß die darin hervorgebrachte Temperatur nach den verschiedenen Perioden des Frischprozesses sehr schwankend, nämlich bald höher, bald niedriger ist, so stellte sich die Nothwendigkeit heraus, zwei Frischfeuer neben einander aufzustellen, und die von beiden Frischfeuern, die sich stets in ungleichen Frischperioden, z. B. der eine im Einschmelzen, der andere im Anlaufen befinden müssen, abziehenden Gase in einen Puddelofen zu leiten, um darin sowohl die zum Puddeln erforderliche Höhe, als auch mehr gleichförmige Hitze zu erzeugen, wozu noch die Verbrennung des in den Frischfeuergasen befindlichen Kohlenoxydgases mit heißem Winde nothwendig erschien.

Der Puddelofen selbst ist im Wesentlichen auf die gewöhnliche Art von möglichst feuerfesten Thonziegeln erbaut, mit Platten von Gußeisen eingefaßt und diese mit Bolzen zusammengehalten, allein die besten Dimensionen der ein

zelnen Theile des Flammenheerdes, welche auf den Puddelproceß darin einen so großen Einfluß nehmen, mußten durch vielfältige vergleichende Versuche und oft nothwendig gewordene Abänderungen erst ermittelt werden, worin mit die Erfahrungen des Herrn Entdeckers beruhen, indem er das diesfällige Lehrgeld schon zum Opfer gebracht hat. Der Puddelheerd steht um etwa 3 Fuß höher als die beiden Frischheerde und es sind dabei zwei Puddler und ein Gehülfe beschäftigt, die sich schichtenweise ablösen.

Das Roheisen, welches hier bis zum Frischen in diesem Puddelheerde verwendet worden ist, wurde durch Weißmachen nicht vorbereitet, sondern so verarbeitet, wie es sich als Brucheisen eben dazu darbot.

Zu einer Charge wurden bis jetzt jedesmal nur 125 Pfd. verwendet, obwohl eine mögliche Vergrößerung derselben bis 150 Pfd. in Aussicht steht und versuchsweise auch schon 140 Pfd. pr. Charge verpuddelt worden sind, was natürlich etwas mehr Zeit dazu erfordert. In derselben Zeit, in welcher in den zwei Frischheerden in jedem ein Theil zu 250 Pfd., zusammen daher in beiden 500 Pfd. Roheisen verfrischt und daraus bis 400 Pfd. Mercantileisen erzeugt werden, werden in dem angehängten Puddelofen zwei Chargen Roheisen zu je 125 Pfd., zusammen 250 Pfd. Roheisen verpuddelt und daraus mit 20 pr. Ct. Abgang 200 Pfd. Mercantileisen erzeugt, welches dieselbe Qualität wie das gefrischte hat nnd auch unter dem zu den beiden Frischfeuern gehörigen Schwanzhammer ausgestreckt wird. Dabei wird kein größerer Kohlen- uud Zeitaufwand bedingt, als zum Frischen mit heißem Winde vorne angegeben worden, so daß bei Anwendung dieses Verfahrens mitt 22 Tonnen = 88 Kubikfuß Kohlen in derselben Zeit statt 400 Pfd. vielmehr 600 Pfd. Mercantileisen erzeugt werden, und sich daher gegen das Frischen mit bloßem heißen Winde eine Ersparniß an Zeit sowohl als an Holzkohlen um 33 pr. Ctr. (auf 100 Pfd. Mercantileisen 14$^1/_3$ Kubikf.), gegen den Aufwand an Kohlen bei kalter Windführung aber um nahe 43 pr. Ctr. herausgestellt. Als gaarender Zuschlag werden zu jeder Charge 15 — 20 Pfd. Schmiedesinter und Hammerschlacke, dann 5 Pfd. gepochter Kalkstein angewendet. Die Frischfeuer bilden hier gewissermaßen die Gasgeneratoren für den angehängten Puddelofen; die Flamme ist sehr hell und nicht rußend; sie ist brennendes Kohlenoxydgas, und die Frischung findet daher Statt im glühenden kohlensauren Gase, welches das Produkt dieser Verbrennung ist. Im besondern wurde dabei noch folgendes beobachtet. In den Puddelofen eingetragen wurden 125 Pfd. zerbrochene gegossene Eisenbahnschienen, die Stücke nahe der Brücke gleichförmig auf dem mit Schlacke bedeckten Heerde ausgebreitet und in $^1/_2$ Stunde eingeschmolzen. Das Frischen wurde nun durch Röhren der eingeschmolzenen Masse befördert, und in noch $^1/_2$ Stunde wurden schon die Balls formirt, welche nach 1 Stunde nach und nach herausgenommen unter dem Hammer zusammengeklopft und an die Anlaufstangen angeschweißt

wurden, — eine Operation, die noch eine Stunde Zeit in Anspruch nahm. Sie wogen nach Abzug des Gewichtes der tarirten Anlaufstangen 125 Pfund, so daß beim Puddeln selbst kein Gewichtsverlust Statt fand, woran wohl die große Menge des zugesetzten Schmiedesinters und der Hammerschlacke Ursache sein konnte — Die daraus erzeugten 5 Rohkolben wurden nun noch im Frischheerde zur Schweißhitze gebracht und weiter unter dem Hammer ausgeschmiedet wobei erst der eigentliche Abgang von 20 Proc. Statt fand. Im Ganzen erforderte demnach das Verpuddeln jeder Charge von 125 Pfd. Roheisen, bis sie als Balls aus dem Heerde kamen, 3 Stunden; die zweite Charge erforderte ebenfalls 3 Stunden, beide zusammen 6 Stunden, und da die Verfrischung des Theils im Ganzen 9 Stunden in Anspruch nahm, so erübrigten noch 3 Stunden, in welcher Zeit der Puddelofen unbenutzt blieb, woraus hervor geht daß entweder noch eine dritte gleiche Charge in derselben Zeit gemacht oder bei nur 2 Chargen eine jede derselben vergrößert werden kann, welches letztere bereits bis 140 Pfd. pr. Charge versucht wurde, und auszumitteln sein wird, welche Art der vollkommneren Benutzung die bessere sein dürfte? wodurch noch eine weitere Ersparung von Zeit und Brennstoff in Aussicht bleibt und ihre Realisirung mehrerer Erfahrung anheimgestellt werden muß.

Das Zusammenhämmern des Rohballs und das weitere Ausschmieden der Rohkolben geschah mit dem gewöhnlichen Eisenhammer; aus Abgang eines schweren Patschhammers konnte ein solcher nicht in Anwendung gebracht werden, um durch seinen stärkern Druck die in den Rohballs eingeschlossene Schlacke schneller und vollkommener auszupressen. Bei dem Ausschmieden der bis zur Schweißhitze erhitzten Rohkolben zeigte sich der Mangel eines Walzwerkes recht deutlich, mittelst dessen in einer Hitze und in sehr kurzer Zeit geleistet werden könnte, was hier mit mehr Zeit- und Arbeitsaufwand und mittelst mehrerer Erhitzungen beim Ausschmieden unter dem Hammer verrichtet werden mußte. Es sind dies Fortschritte und Verbesserungen welche noch der Zukunft vorbehalten bleiben müssen, wie auch die Lösung der Frage: ob der Puddelofen nach beendigter Charge nicht auch zugleich als Schweißofen benutzt werden könne?

Wenn man nun den großen Holzkohlenaufwand in Betracht zieht, welcher bis jetzt noch bei dem Frischen des Roheisens in Heerden Statt findet, und wenn man bedenkt, wie viel Brennstoff (Kohlenoxydgas), dann Wärme dabei unbenutzt verloren geht und verloren gegangen ist, so muß man billig erstaunen über die Lauigkeit, womit dieser Gegenstand bisher behandelt worden und noch behandelt ist, um so mehr in der neuern Zeit, wo das Holz immer theurer wird und die Anforderungen an die Hüttenökonomie daher fortwährend gesteigert werden müssen.

Bei dem Betriebe der Hohöfen und Blauöfen, besonders beim Gebrauche des heißen Windes hat man es dahin gebracht, öfters schon einen Schmelz-

effect zu erzielen, wobei nur wenig mehr Kohle zur Schmelzung aufgewendet wird, als dem Rechnungsresultate zufolge nothwendig aufgewendet werden muß. Hierbei bleibt mithin weniger und nur local etwas zu verbessern übrig; bei der Verfrischung des Roheisens aber, welche doch nur ein bloßer Umwandlungsproceß desselben ist, hat man den dabei stattfindenden, man kann sagen, ungeheueren Kohlenaufwand bis vor Kurzem ganz unbeachtet gelassen und und erst etwa seit 10 Jahren datiren sich Bestrebungen, dabei die daraus nöthige Brennstoffökonomie eintreten zu lassen. Es ist eine höchst sonderbare Erscheinung unserer Zeit, daß man oft mit dam Aufwande großer Kosten und auf Umwegen das in der Ferne sucht, was doch so nahe liegt und zugleich so einfach zu begreifen ist, und es ist dieß ein offenbarer Beweis davon, daß wahres Wissen und richtige Erkenntniß noch immer selten sind, welche zu ihrer allgemeinen Verbreitung eine sorgfältigere Cultur und Pflege verdienen.

In Anbetracht einer möglichen Verbesserung der Roheisenfrischung in Heerden mit Holzkohlen als Brennmaterial ist Hr. Prof. Balling nach dem, was er gesehen und beobachtet hat und was ihm davon überhaupt zur Kenntniß gekommen ist, der Ueberzeugung, daß nur auf dem von Herrn Schichtmeister Maresch betretenen Wege dabei das Höchste an Zeit- und Brennstoffersparniß erreicht werden kann, wobei er bemerkt, daß der Herr Endecker selbst die Bescheidenheit hat, das bisher ermittelte Verfahren noch nicht als das bestmögliche ausgeben zu wollen, und er selbst die Ansicht theilt, daß Zeit und Erfahrung noch manche Verbesserung daran bringen werden, und daß es daher noch weiterm Fortschrittes fähig ist.

Indessen sind die damit bis jetzt errungenen Vortheile schon so bedeutend, daß es gewiß nicht voreilig ist, wenn das hüttenmännische Publikum darauf aufmerksam gemacht und seine Anwendung dringend empfohlen wird. Der Umstand, daß nicht in allen Frischhütten zwei Frischfeuer beisammen sich befinden, die hierzu nothwendig sind, scheint zwar theilweise der allgemeinen Einführung dieses Verfahrens entgegen zu sein; allein einestheils ist dies nicht überall der Fall, und da, wo es besteht, läßt sich wenigstens die Anwendung heißer Gebläseluft, verbunden mit Vorwärmheerden (Comtéfeuer), anordnen, oder auch ein zweites Frischfeuer unter einem gemeinschaftlichen Schornsteine dazu setzen, indem man die mit der meisten Wasserkraft versehenen Hütten dazu auswählt, und dadurch nicht nur die Aufsicht erleichtert, sondern auch an Regiekosten erspart, sowie zu den andern Zwecken dienliche Wasserkraft erübrigt.

Uebrigens ist hier noch zu bemerken:

a. daß durch die Benutzung der Frischfeuerflamme und Gase die Manipulation im Frischheerde nicht im Mindesten gestört wird, daß die Hitze in demselben durch seine engere Einschließung und Ueberwölbung vielmehr noch zu-

sammengehalten, sowie auch der äußere Luftzutritt nun die nutzlose Verbrennung der Kohle an der Oberfläche der Frischfeuer mehr gehindert wird;

b. daß die Benutzung weder einen größern Zeit- noch Kohlenaufwand verursacht, indem zum Erhitzen des Puddelofens nur die von dem Frischfeuer abziehenden heißen, zum Theil noch brennenden Gase benutzt werden.

c. daß das Calo hierbei nicht zu groß ist;

d. daß die nach diesem Principe zusammengebauten zwei Frischfeuer sammt Puddelöfen mit Esse fast keinen größern Raum einnehmen, als ein gewöhnlicher Frischheerd mit seiner Esse; und

e. daß ein gewöhnlicher Stabhammer, wenn er ununterbrochen betrieben und benutzt wird, sowohl das bei diesen zwei Frischfeuern verfrischte, als auch das im angehängten Puddelofen gepuddelte Eisen zu Reifprügeln ausschmieden kann. Bringt man an dieselbe Hammerwelle noch einen kleinern Streckhammer an, so können mittelst desselben bei Kohlenlöschfeuer die Reifprügel noch zu Commerzeisen von den mannigfaltigsten Dimensionen ausgestreckt werden — eine wenig kostspielige Einrichtung, die man sich bei so wichtigen Verbesserungen in Betreff der Kohlenersparniß beim Eisenfrischen leicht gefallen lassen kann.

Gegenwärtig ist der Frischfeuer-Gaspuddelofen in Neuhütten schon 18 Wochen im ununterbrochenem Betriebe (Anfang Juni 1846); es werden jetzt Chargen mit 130 Pfd. Roheisen-Einsatz gemacht, und sobald noch ein zweiter Gebläsecylinder eingezogen sein wird, werden Chargen mit Roheisen-Einsätzen von 150 Pfund eingeführt.

Endlich wird schon an der Herstellung eines zweiten Frischfeuer-Gaspuddelofens gearbeitet.

Es ist zu beklagen, daß über die Effecte der Anwendung heißer Gebläseluft in Frischheerden, so wie über jene der Vorwärmheerde (Comtèfeuer) gar nichts bekannt gemacht wird, daher ganz die Möglichkeit benommen ist, bezügliche Vergleichungen über Kohlenaufwand anzustellen und darnach die allgemeine Vorzüglichkeit des neuen Verfahrens mit mehr Sicherheit ermitteln zu können.

Leclerc's bewegliche Formen bei den Frischheerden.

Die Wirkung des Luftstroms beim Heerdfrischproceß beschränkt sich nicht allein auf die Verbrennung der Kohle des Eisens, sondern sie ist auch die Ursache der an Eisenoxydul reichen Schlackenbildung; indem aber die Schlacken, die entweder aus dem Heerde oder während des Zängens und Schmiedens der Luppe vom Ambos herabfallen, durch ihre Reichhaltigkeit an Eisenoxydul die Entkohlung des kohlenstoffreichen Eisens bewirken, verhindern sie zu gleicher Zeit die Verschlackung des metallischen Eisens.

Die Neigung der Form und die dadurch vorgeschriebene Richtung, in welcher der Luftstrom in den Frischheerd eintritt, ist von der größten Wichtigkeit. Die Richtung der Form nämlich hängt ab von den verschiedenen Arten der Eisenmassen, sowie von der Schnelligkeit, mit welcher die Kohle des Eisens verbrennen soll. In der Comté vertieft man das Frischfeuer und neigt die Form unter einem Winkel von 7 bis 10 Grad gegen den Horizont, wenn man graues Roheisen frischt; in der Champagne reducirt man sie bei grauem Roheisen bis auf $3^1/_2$ Grad, und in Burgund bei weißen Roheisen bis auf $2^1/_2$ Grad, was in den beiden letzten Fällen zugleich mit Verflachung des Heerdes verbunden ist. Die Richtung der einströmenden Luft und die Tiefe des Heerdes müssen zu einander immer in solchem Verhältniß stehen, daß das Schmelzen des theilweise entkohlten Eisens, welches auf den Boden der Feuergrube kommt, nicht zu rasch erfolgt; die Neigung der Form wird sich demnach ganz nach dem Verlauf des ersten Processes richten. In Bezug auf strengflüssiges Roheisen ist ein solches Verhältniß zwischen dem Heerde und der Form beim Frischverfahren weniger zweckmäßig, vielmehr muß der Frischmeister um die völlige Entkohlung des Roheisens zu bewerkstelligen wiederholt roh aufbrechen und die in dem untern Theile des Heerdes angehäuften Eisenmassen höher herauflegen, um die oxydirende Luft auf sie wirken zu lassen.

Leclerc hat es sich nun angelegen sein lassen, diesem Uebelstande abzuhelfen, indem er den Luftstrom mittelst einer beweglichen Form auf die Eisenmasse richtet, statt daß man diese nach der Richtung des Luftstroms legen muß. Das Princip, auf welchem die Beweglichkeit der Formen beruht, ist höchst sinnreich ausgedacht und scheint für das Frischverfahren von den bedeutensten Folgen werden zu können. Allein die Erfahrung hat hierüber noch nicht entschieden, und es wäre allerdings von größtem Interesse, zu wissen, ob nach der von Leclerc angegebenen Methode eine überall gute und gleichmäßige Frischung des Eisens möglich wäre.

Nachtürlich bemerkt Leclerc noch Folgendes: Beim Schmelzen des Eisens richtet der Frischmeister den Luftstrom nach dem Punkte hin, wo es ihm nothwendig erscheint, indem er den Formen eine Neigung von nur 2—3 Grad giebt; beim Anfange des Frischens, nachdem vorher die flüssig gewordenen Schlacken entfernt worden sind, vermehrt er die Neigung bis auf 5 Grad, die er endlich beim Gaaraufbrechen bis auf 10 Grad erhöht; hat nun das Eisen die gewünschte Beschaffenheit angenommen, so stellt er die Form in die Lage zurück, wie er sie beim Schmelzen gebraucht hat.

Zum neunten Abschnitt.

Zu §. 561 — 595. Stahlfabrikation.

Ueber die Bereitung und chemische Constitution des Stahls ist in dem 15. Bande von Prechtl's technologischer Encyklopädie eine sehr gehaltvolle Monographie von Prof. Schafhäutl in München erschienen, aus der wir hier nur einige Notizen „über die Stahlbildung„ ausheben, indem wir erwarten dürfen, daß Jeder, den diesen Gegenstand näher interessirt, die Originalabhandlung selbst studiren werde.

Schafhäutl's Ansicht über Stahlbildung.

Das Stabeisen hat in höherer Temperatur, schon weit unter der Weißgluth eine ungemeine Neigung zur Verschluckung von Kohlenstoff, es zerlegt selbst die Flamme der Brennmaterialien, noch lieber Kohlenwasserstoff- und Kohlenoxydgas und kann nicht einmal durch Einschließen in thönerne Gefäße daran verhindert werden. Durch die bloße Aufnahme von Kohlenstoff wird es jedoch keineswegs zu Stahl. Schmilzt man Stabeisen, welches so frei als möglich von Kieselsäure ist, mit reiner aus Zucker bereiteter Kohle zusammen und trägt Sorge, daß das Ganze rasch schmilzt und sogleich ausgegossen wird, so erhält man eine im Bruche stahlähnlich aussehende Masse, die sich äußerst weich und zähe schmiedet, aber durch Ablöschen durchaus nicht härter wird. Läßt man den Stahl länger im Flusse als nöthig, so nimmt er immer mehr und mehr die Eigenschaft an, durch Ablöschen im Wasser hart zu werden. Untersucht man ihn dann chemisch, so findet man, daß er in eben dem Verhältnisse, als er die Eigenschaft, sich im Wasser härten zu lassen, erhalten, auch Kohle und Kiesel aus dem Schmelztiegel in seine Mischung aufgenommen hat. Es ist demnach auch eine gewisse Quantität Kiesel zur Stahlbildung nöthig. Nimmt das Eisen mehr als 2 Procent Kohle auf, so erlangt es successive die Natur des Gußeisens. Aehnlich dem Kiesel wirken auch kleine Quantitäten von Phosphor, Arsenik, Chrom, Nikkel, Silber 2c. Sonach besteht der Stahl in der Hauptsache aus Kohle und Eisen, mit geringen Mengen anderer Metalle verbunden, und wir müssen uns daher den Kohlenstoff unter alle im Stahl enthaltenen Metalle verhältnißmäßig vertheilt denken.

Der Schmelzpunkt jedes dieser Kohlenstoffverbindungen oder Carburete liegt in einem andern Grad der Thermometerskala; daher ist jede Stahlmasse, die wir durch das Zusammenschmelzen dieser verschiedenen Carburete erhalten, mehr ein mechanisches Gemenge, als eine gleichmäßige chemische Verbindung. Jedes dieser einzelnen Carburete besitzt einem verschiedenen Grad der Härte und Auflöslichkeit in Säuren, was sich am schönsten kund giebt, wenn man ein

solches zusammen geschmolzenes Gemenge, mit Salpetersäure bestreicht. Die hervoragendsten oder Hauptcarburete nehmen in der Masse verschiedene Stellen ein, die sich auch wegen ihrer verschiedenen Zusammensetzung und Auflöslichkeit durch ein krystallinisches Gefüge, durch verschiedene Töne und Schattirungen kund geben. Durch das Gerben werden die Gemengtheile einer solchen Masse aufs mannigfachste unter einander verschlungen; dadurch entsteht der bekannte Damast. Der Damaststahl kann unzählige Male umgeschmolzen werden, nach dem Erkalten werden sie doch die verschiedenartigen Carburete immer wieder durch eine Säure sichtbar machen lassen, und zwar tritt der Damast besonders deutlich hervor, wenn die Abkühlung nicht zu schnell erfolgt. Da es hierbei blos auf eine Vermengung von zwei verschiedenartigen Carbureten ankommt, so bildet sich auch bei Gegenwart blos eines der obigen Metallcarburete ein Doppelcarburet, wenn man überhaupt Eisen mit einer großen Quantität kieselhaltiger Kohle zusammen schmilzt. Indessen wird nebenbei auch Kiesel aus der Schmelztiegelmasse aufgenommen, wenn der Kiesel in der Kohle mangelt.

Der beste Stahl wird durch Cementation von schwedischem Stabeisen von Danemora mit Kohle durch Cementation erhalten; das bei der Cementation blos erweichende Eisen nimmt nur Kohlenstoff aus der Kohle auf, von der es umgeben ist und läßt die in der letztern enthaltenen Alkalien und den Kiesel zurück. Durch unmittelbares Zusammenschmelzen in Tiegeln erlangt der Stahl nie eine solche gleichförmige Flüssigkeit wie der Cementstahl. Schmilzt man gewöhnliches Stabeisen mit reiner Kohle zusammen, oder läßt man Kohle in der Weißglühhitze von diesem Stabeisen selbst absorbiren, ohne daß der erzeugte Stahl in Fluß geräth, so kann man zwar eine gleiche Quantität Kohle mit einer verhältnißmäßigen Quantität Eisen von allen Stabeisensorten verbinden, aber die Kohle scheint damit viel lockerer verbunden zu sein, als mit dem schwedischen und selbst mit diesem viel lockerer, als mit dem Eisen des Stahls, der unmittelbar aus dem Roheisen durch Entziehung von Kohlenstoff bereitet wird. Der letztere läßt sich am öftersten in der Schweißhitze behandeln, ohne seinen Kohlenstoff zu verlieren. Die Analyse des Danemora-Eisens zeigte, daß dasselbe viel reicher an Kohle (0,8%) ist, als das gewöhnliche englische Stabeisen und Prof. Schafhäutl schließt hieraus, daß, um guten Cementstahl zu erhalten, das dazu zu verwendende Eisen schon von vorn herein eine Kohlenstoffverbindung von bestimmter Zusammensetzung enthalten muß. Dies wird auch dadurch bewiesen, daß wenn dasselbe (Danemora) Eisen durch eine andere, als durch die Wallonen-Frischmethode verfrischt wird, so daß also durch das länger fortgesetzte Frischen ein Theil dieser bestimmten Kohlenstoffverbindung zerstört wird, das Eisen zur Cementation nicht vorzüglicher ist, als jedes andere Eisen. Deshalb wird auch

das zur Cementation bestimmte Eisen aus den Danemora-Gruben nur nach dieser alten rasch arbeitenden Wallonen-Frischmethode zu gut gemacht. Dieses Eisen kann deshalb schon als halber Stahl angesehen werden, ja man findet Stücke in demselben, die sich ohne weiteres als Stahl verarbeiten lassen. Außerdem enthält dasselbe auch etwas Arsenik, der gleichfalls für die Qualität des Stahls nicht ohne Wichtigkeit ist. Man kann im Allgemeinen die Regel aufstellen, daß das zur Stahlbereitung bestimmte Stabeisen nur so weit und in der Art verfrischt sein darf, *daß die zum Stahle wesentlich erforderliche Kohlenkieselbildung nicht zerstört worden ist.*

Druck von Ed. Heynemann in Halle.

